ENCICLOPEDIA ANATOMICA

Traduzione dal tedesco del PROF. L. JOURDAN

Vol. I.

TRATTATO

DI

OSTEOLOGIA E SINDESMOLOGIA

E DELLA MECCANICA DEGLI ORGANI LOCOMOTORI

TRATTATO

DI

OSTEOLOGIA

E DI

SINDESMOLOGIA

di S. E. SOEMMERING

SEGUITO

DA UN TRATTATO DELLA MECCANICA DEGLI ORGANI
DELLA LOCOMOZIONE

DI G. E. WEBER

versione italiana di M. G. LEVI

Con atlante di 17 tavole

NAPOLI
Presso GABRIELE REGINA Librajo-Editore
34, Piazza Cavour, 35
1882

PREFAZIONE

L' osteologia e la sindesmologia sono di tutte le parti dell'anatomia descrittiva umana quelle, che per la loro natura medesima offrono minor messe alle scoperte. Albino e Weitbrecht non vi lasciarono quasi nulla da fare. I lavori di questi due grandi notomisti costituiscono la base del Manuale che qui diamo, per la compilazione del quale d' altronde fu messo a profitto tutto quello, che si potè trovare in un campo, dove non avevano eglino lasciato da raccogliere che rare spigolature.

I movimenti che l' uomo effettua allorchè cammina e quando corre, si prestano tanto bene ad una investigazione rigorosa, quanto diversi altri movimenti non meno ammirabili del corpo umano, così quelli del cuore e del polmone; giacchè applicando alla fisiologia il metodo usitato nelle scienze fisiche, torna qui possibile di prendere molte misure e di procurarsi dei fatti sicuri, che riesce facile poi portar più oltre. Non cercheremo adunque di giustificarci per aver dedicati specialmente i nostri studii a quei movimenti, tanto più che fin al presente poco, anzi quasi nulla erasi fatto per svilupparne la storia. Era nostra speranza che tale lavoro eseguito seriamente e convenientemente ci conducesse almeno per via indiretta a curiosi risultati. Imperocchè come un viaggiatore percorrendo una contrada già conosciuta può scoprirvi nuovi fatti, allorquando l'esamini sotto altro aspetto che non i suoi predecessori, per ragion d'esempio nel rapporto geognostico, botanico, archeologico e simili, così potevamo credere che quando fossimo giunti ad esattamente conoscere i movimenti del camminare, dal

punto di vista speciale in cui ci trovammo allora, potremmo considerare le disposizioni del corpo umano, che si riferiscono a quei movimenti diversamente dai nostri antecessori. Pure, ad onta dell' intima nostra convinzione che la scelta dell' argomento non abbia d' uopo di giustificazione, non passaremo in silenzio il vero motivo che ci ha più di ogni altro determinati a dedicarvi lungamente i nostri sforzi riuniti: ed è il piacere che ci procurava un lavoro eseguito in comune, ed al quale ciascuno di noi portava il tributo delle proprie facoltà, tanto più prezioso agli occhi dell' altro in quanto egli stesso n'era sfornito. Gli uomini non ispiegano mai tanta attitudine e perseveranza nelle scienze quanta allorchè le circostanze permettono di riunire i loro sforzi, ed in essi si eccita una emulazione la cui influenza si fa sentire, non solo compita che abbiano la parte loro, ma anche per tutto il tempo che vi si debbono consacrare. D' altronde siffatto genere di lavoro ci sembrava tanto meglio scelto, in quanto altro non esigeva che i sussidii sui quali potevamo calcolare: non ci mancava l' occasione di fare esperienze sui cadaveri, ed avevamo a nostra disposizione strumenti tali che, sebbene incapaci di corrispondere alle esigenze della meccanica propriamente detta, pure bastavano ai nostri bisogni.

Si dubiterà forse della possibilità di giungere ad una teoria del camminare e della corsa, perchè non siamo macchine camminanti, e per conseguenza quei movimenti possono essere modificati in maniere diversissime dal nostro libero arbitrio. Infatti getterebbesi la fatica pretendendo di determinare le leggi secondo le quali camminerebbe un adulto, che non avesse mai fatto uso delle sue gambe, e che si cimentasse per la prima volta a servirsene. Un tal uomo non saprebbe al certo porre freno ai capricci della sua volontà nell' azione dei suoi muscoli, massime se non avesse chi imitare: tenterebbe mille modi diversi per ottenere l' intento. Ma una lunga esperienza insegna che possiamo impiegare il meccanismo del nostro corpo nel modo più vantaggioso per camminare e correre, esserci cioè permesso d' eseguire perfettamente ed a lungo tali mosse colla minor forza possibile. Siccome la conoscenza dell' uso il più utile che si possa fare delle proprie membra, si trasmette di generazione in generazione, e tanti uomini sono obbligati di ricorrervi per bisogno, così la maniera di camminare, che lo studio del meccanismo degli organi locomotori ne insegna essere la più favorevole, è altresì quella che la massima parte degli uomini adotta malgrado il loro libero arbitrio. Essi costringono i loro movimenti a certe regole determinate, delle quali non saprebbero render conto, ma che hanno la loro sorgente nella struttura del corpo, e nelle influenze esterne che agiscono sopra di esso, e che possonsi per conseguenza scoprire calcolando esattamente tutte queste circostanze. Il principio

secondo il quale debbonsi intendere è evidentemente quello del minore sforzo muscolare, che permette di raggiungere lo scopo del camminare colla struttura del corpo umano ed in mezzo alle condizioni esterne cognite. Da ciò partendo, sarà possibile trovare le leggi non solo del camminare e del correre, quali le osservano i camminatori ed i corridori esercitati, ma eziandio quelli di tanti altri movimenti che l'uomo spesso effettua, e pei quali mostra certa attitudine, come l'equitazione; giacchè qui egualmente devesi ammettere che mediante l'esercizio egli perviene a trovare i movimenti più atti a conseguire l'intento, e continuarli collo sforzo minore da parte sua per quanto il bisogno lo esige; fino a che l'abitudine non gli permette di più abbandonarli. Non è qui mestieri pensare allo scopo estetico, giacchè la bellezza dei movimenti è la conseguenza necessaria della quantità di riposo che si concede al corpo, dello sforzo a questo necessario, e della sicurezza nell'azione non precipitata ed irregolare.

Chiamiamo l'attenzione sull'esperienze, mercè le quali cercheremo di far conoscere esattamente la parte che esercitano l'articolazione cosso-femorale, quella del ginocchio, quella del piede, quella del cubito e le ossa sesamoidee. Speriamo che le nostre ricerche spargeranno qualche lume sulla fisiologia di queste parti, e che non saranno inutili nella medicina pratica. Così quelle sulle cause che ritengono la testa del femore nella cavità cotiloide, ci sembrano, svelando una disposizione fin'ora incognita dell'anca, dover schiarire l'eziologia della malattia sì oscura che s'indica col nome di lussazione spontanea.

TRATTATO

D'OSTEOLOGIA

DI SINDESMOLOGIA

E DI MECCANICA DELLA LOCOMOZIONE NELL'UOMO

LIBRO PRIMO

OSTEOLOGIA

PARTE PRIMA

Delle ossa in generale.

Le *ossa (ossa)* (1), la cui descrizione scientifica si chiama osteologia,*(osteologia)* sono di tutte le parti del nostro corpo quelle che hanno maggior durezza e si spezzano più facilmente. Quasi interamente mancanti di trasparenza, sono bianche

(1) Le migliori opere sull'osteologia sono: B.-S. Albino, *De ossibus corporis humani*, Leida, 1726, in-8; *Icones ossium humani*, Leida, 1737 in-4. (Opera che non ha ancora la eguale sotto verun aspetto, e nella quale dispiace soltanto che le ossa non furono tutte prese sopra lo stesso individuo, o almeno sopra individui della stessa età); *Tabulae sceleti et musculorum corporis humani*, Leida, 1747, in-fol.; *Tabulae ossium*, Leida, 1753, in-fol. (Non possonsi troppo raccomandare queste due opere per riguardo all'esattezza dei disegni, alla bellezza dell'esecuzione ed all'eleganza delle descrizioni. Niuna delle numerose copie in massima parte ridotte che se ne fecero, non si approssima all'originale. Le migliori sono quelle di L.-M.-A. e F. Caldani *(Icones anatomicae*, Venezia, 1801, in-fol.). *De sceleti humano liber*, Leida, 1762, in-4. *Annotationes accademicae*, Leida, 1754-1768, in-4. (Opera classica per le belle figure degli ossi, per esempio dei denti e del labirinto che vi si trovano, e le eccellenti ricerche fisiologiche.) — A. Monro, *Trattato d'osteologia*, trad. dall'inglese da Sue, Parigi, 1769, in-fol., con buone figure.) — Bertin, *Trattato d'osteologia*, Parigi, 1783, 4 vol. in-12. Ed. Sanpifort, *Descriptio ossium hominis*, Leida, 1785, in-4. S. T. Soemmerring, *Tabula sceleti feminini*, Francoforte, 1797, in-fol. — G. Bidloo, *Anatome humani corporis*, Amsterdam, 1685, in-fol.—G.-G. Walter, *Abhandlung von trockenen Knochen*, Berlino 1763, in-8. — G.-F. Blumenbach, *Geschichte und Beschreibung der Knochen*, Gottinga, 1786, in-8. — A. Boyer, *Trattato di anatomia*, t. I, Parigi, 1797, in-8. — A. Portal, *Corso d'anatomia medica*, Parigi, 1804, 5 vol. in-8. —

traenti al giallastro (1), e non posseggono nessuna sensibilità. Hanno inoltre il carattere di resistere alla putrefazione più lungamente di tutte le altre parti, e di non cangiar forma nel disseccarsi.

Alla loro composizione chimica debbono la durezza e l'inflessibilità che posseggono (2). La loro base animale è una sorta di cartilagine penetrata di particelle terrose in più o meno copia secondo l'età e l'individuo. Quella terra consiste nella maggior parte in fosfato di calce misto con carbonato calcare, con alquanta magnesia e soda, in tutto formante all'incirca il terzo della massa totale delle ossa nell'adulto.

La sostanza delle ossa si presenta all'occhio nudo sotto due forme principali, che si distinguono l'una dall'altra fin da remotissimo tempo.

1.° La *sostanza compatta (substantia compacta)*, nella cui massa non si scorgono fori ma al più piccoli vacui, forma una crosta diversamente grossa intorno alle ossa.

2.° La *sostanza spugnosa (substantia spongiosa)*, manifestamente formata di fibre e di lamelle reticolate, circoscriventi cellule irregolari che comunicano insieme. Tale struttura s'osserva principalmente nell'interno delle ossa, ed in preferenza nell'estremità delle ossa lunghe.

Le ossa sono diversamente rivestite all'esterno da una membrana consistente in fibre tendinose intrecciate, che si chiama periostio *(periosteum)*. Questa membrana per lo più sottile e liscia è talvolta ruvida o villosa, ed aderisce principalmente con forza ai punti in cui le ossa presentano delle infossature, che ne rendono la superficie ineguale. Nelle articolazioni si confonde coi legamenti articolari senza coprire le superficie ossee lisce, che sono in mutuo contatto. Riceve molti vasi ma non ha sensibilità, quantunque ne acquisti mediante l'effetto di un lavoro morboso. I nervi che vi si recano sembrano essere semplici nervi vascolari appartenenti al sistema simpatico. I vasi attraversano il periostio per penetrare nell'interno delle ossa, ed ordinariamente questa membrana li accompagna nei fori nutritivi. Generalmente ogni osso presenta uno o più grandi fori destinati al passaggio delle arterie, e molti altri piccoli.

Nell'interno delle ossa trovasi la *midolla (medulla ossium)*, massa composta di tessuto cellulare e specialmente di grasso, che ne riempie le cavità del pari che le cellule della sostanza spugnosa. La disposizione particolare del tessuto cellulare del suo strato esterno dà a quest'ultimo l'apparenza di una membrana, che si chiama *membrana midollare (membrana medullaris)*.

F.-H. Loschge, *Die Knochen des menschlichen Korpers*, Erlang, 1789-1796, in-fol. — H. Gavard, *Trattato d'osteologia*, Parigi, 1805, 2 vol. in-8. — Barclay, *Series of engravings, representing the Bones of the Human skeleton*, Edimburgo, 1819, in-4. — G. Cloquet, *Anatomia dell'uomo*, con tavole, Parigi, 1821, t. I, in-fol. — G. M. Bourgery, *Trattato compiuto dell'anatomia dell'uomo*, Parigi 1831, t. I, in-fol. — M.-G. Weber, *Anatomisches Atlas*, Dusseldorf, 1837, in-fol. — F. F. Blandin *Nuovi elementi d'anatomia descrittiva*, Parigi, 1838, t. I, in-8. — C.-M.-G. Langenbeck, *Icones anatomicae. Osteologiae et Syndesmologiae tabulae* XVII, Gotting, 1839, in-fol. — F. Arnold *Tabulae anatomicae*, fasc. IV, *Icones ossium*, Zurigo. 1840, in-fo.

(1) Nello stato fresco le ossa sono bianche rossastre, stante il sangue che contengono. La disseccazione e l'imbianchimento le rendono schiettamente bianche.

(2) La storia della struttura e della composizione chimica delle ossa fu esposta nei t. VI e VII dell'*Enciclopedia anatomica*, di G. Henle *(Anatomia generale)*. I migliori libri da consultarsi sopra questo argomento sono: Deutsch, *De penitiori ossium structura observationes*, Braslavia, 1834. — Miescher, *De inflammatione ossium eorumque anatome generali*. Berlino, 1836.

Indipendentemente dalla cartilagine che forma la base di tutte le ossa, sonovi anche le *cartilagini* persistenti *(cartilagines)*, la descrizione delle quali deve appartenere all'osteologia a motivo della loro intima unione col sistema osseo.

Le cartilagini sono molto più molli delle ossa e molto elastiche. Hanno colore bianco traente all'azzurro e talora latteo, e sono fino ad un certo punto pellucide, almeno sugli orli o quando si dividono in istrati sottili. Disseccate prendono il colorito giallo, divenendo ad un tempo trasparenti e friabili. La loro struttura è ora omogenea, ora oscuramente fibrosa ovvero lamellata. Trovansi nella loro sostanza gli stessi sali che in quella delle ossa, ma in assai minor quantità. Le cartilagini libere sono rivestite ordinariamente di certa membrana a fibre tendinose perfettamente analoga al periostio, ma che riceve minor numero di vasi. Questa membrana ha il nome di *pericondrio (perichondrium)*. Altre cartilagini che rivestono le estremità articolari delle ossa, stanno coperte di membrane sinoviali lisce.

Chiamansi *fibro-cartilagini (fibro-cartilagines)* certe cartilagini, nel tessuto delle quali entrano moltissime fibre tendinose, che le rendono in vario grado flessibili e proprie a mantenere più solidamente le parti che uniscono.

Una delle più antiche divisioni delle ossa è quella che si fonda sulla loro forma a norma della quale si distinguono:

1.° Delle *ossa lunghe*, quelle la lunghezza delle quali oltrepassa la larghezza e la grossezza. Sono per la massima parte più grosse nelle estremità che nel mezzo, cave nell'interno, e ripiene di midolla. Qui collocansi tutte le ossa delle membra superiori ed inferiori, ad eccezione delle scapole, delle ossa del carpo, di quelle del tarso e dei sesamoidi.

2.° Delle *ossa larghe* o *piane*, quelle che con una estensione considerevole non hanno che una grossezza leggiera o mediocre. La loro grossezza non è la stessa in tutti i punti, e non racchiudono cavità midollari che nei siti ove sono poco grosse. Tale risultano tutte le ossa del cranio, le scapole, le ossa cossali, lo sterno, le coste.

3.° Delle *ossa corte* o *miste*, nome collettivo di tutte le altre ossa, le quali sono più grosse che non lunghe o larghe, tal fiata hanno ancora forma rotonda: non possonsi riferire a nessuna delle due categorie precedenti, come quelle della faccia, le vertebre, il sacro, il coccige, le ossa del carpo, quelle del tarso, la rotella ed i sesamodi.

Tutte le ossa sono tra loro unite, e producono in tal modo un insieme che si chiama *scheletro*.

Lo *scheletro naturale* è quello, le cui ossa stanno riunite mediante i loro proprii legamenti e cartilagini, e lo *scheletro artificiale* quello, le cui ossa si riuniscono con mezzi tratti dall'arte.

Gli scheletri dei fanciulli fino all'età di sette ovvero otto anni non debbono essere seccati, ma conviene conservarli nell'alcool. Senza siffatta precauzione la cartilagine primordiale, cioè l'osso futuro si forma compiutamente ritornando sopra sè stesso, di modo che non si scorgono più che i punti di ossificazione.

Gli scheletri naturali preparati con cura e seccati con precauzione sono i più utili, stante la verità dei rapporti; quantunque la retrazione dei legamenti e delle cartilagini ovvero delle superficie articolari loro faccia perdere più di un pollice della loro altezza, il che non accade quando sono conservati per intiero nell'alcool (1).

(1) Trovasi nelle opere di anatomia l'indicazione dei metodi da seguirsi per fare degli scheletri naturali ed artificiali. Questa parte tecnica è trattata con dottrina e precisione, siccome pure la maniera di disseccare nettare raddrizzare e conservare le ossa, cartilagini e simili, nell'eccellente opera di A. Lauth, *Nuovo manuale del notomista*, Parigi, 1835, p. 631 e seguenti.

Dividesi lo scheletro in *ossa della testa*, del *tronco* e delle *membra*. Si noverano:

Nel cranio . . .	1 ovvero 2 frontali.
	2 parietali.
	1 sfeno-occipitale.
	2 temporali.
	1 etmoide.
Nella faccia . . .	2 mascellari superiori.
	2 palatini.
	2 iugali.
	2 nasali.
	2 lagrimali.
	2 cornetti.
	1 vomero.
	1 mascellare inferiore.
	32 denti.
In tutto per la testa. . . .	54 o 55 (1).
Nel collo. . . .	7 vertebre cervicali.
Nel petto. . . .	12 vertebre dorsali.
	24 coste.
	2 o 3 pezzi sternali.
Nei lombi . . .	5 vertebre lombari.
Nella pelvi . . .	1 sacro.
	4 ossi coccigei.
	2 ossi cossali.
In tutto per il tronco. . . .	57 o 58.
Nelle spalle . . .	2 clavicole.
	2 scapole.
Nelle braccia . .	2 omeri.
Negli anti-bracci. .	2 cubiti.
	2 radii.
Nei carpi. . . .	2 scafoidi.
	2 semi-lunari.
	2 piramidali.
	2 pisiformi.
	2 trapezii.
	2 trapezoidi.
	2 grandi ossi.
	2 ossa uncinate.
	26

(1) Soemmerring ne conta 59 in 60 cogli ossicini dell'udito, o 64 in 65 colle ossa ioidi; ma oggigiorno si vuole descrivere gli ossicini dell'udito coll'organo uditorio, e l'ioide colla lingua. Costumasi altresì, dopo Meckel, di rimandare i denti al capitolo dell'apparecchio digestivo; però le loro intime connessioni colle mascelle, e la loro affinità istologica sembrano rendere più convenevole il riunirne la storia a quella del sistema osseo.

	26
Nei metatarsi . .	10 metacarpi.
Nelle dita delle mani	10 falangi.
	8 falangine.
	10 falangette.
	10 sesamoidee.
In tutto per le membra sup. .	74.
Nelle cosce . . .	2 femori.
Nelle gambe . . .	2 tibie.
	2 rotelle.
	2 peronei.
Nei tarsi	2 astragali.
	2 calcagni.
	2 scafoidi.
	2 grandi cuneiformi.
	2 medii cuneiformi.
	2 piccoli cuneiformi.
	2 cuboidi.
Nei metatarsi. . .	10 metatarsici.
Nelle dita dei piedi .	10 falangi.
	8 falangine.
	10 falangette.
	6 sesamoidi nei diti grossi dei piedi.
In tutto per le membra infer. .	66.

Così lo scheletro intero comprende 251 o 253 pezzi ossei.

Lo scheletro naturale compiuto di un uomo di statura media pesa secco circa 150 in 200 once; quello della donna 100 in 150 once (1).

Tra questi pezzi ossei il frontale è ordinariamente semplice; lo sfeno-occipitale, l'etmoide, il vomero, il mascellare inferiore, le vertebre, il sacro, gli ossi sternali sono sempre semplici impari e simmetrici, perchè si trovano posti sulla linea mediana del corpo; tutti gli altri sono asimetrici e doppi o pari, cioè posti l'uno a destra e l'altro a sinistra (2).

Lo scheletro intero è adunque costruito in modo simmetrico, potendo le ossa impari medesime essere divise col pensiero in due metà laterali. Per altro non conviene prendere questa simmetria alla lettera, imperocchè ordinariamente non havvi somiglianza perfetta nè tra le ossa omonime dei due lati del corpo, nè tra le due metà delle ossa impari. Spessissimo l'osso pari del lato destro, o il lato destro dell'osso impari è più lungo più largo più grosso più denso e più pesante, o più piccolo più stretto più sottile meno denso, talora anche altrimenti configurato che non il sinistro. Il vomero non è quasi mai dritto; la faccia interna del cranio considerata

(1) P.-S. Swediaur *(Diss. exhibens descriptionem preparationum anatomicarum quae possidet Facultas medica Vindobonensis.* Vienna, 1772, in-8, p. 61) indica i pesi e la lunghezza di ogni osso. Lo scheletro di un gigante conservato a Brunswich, pesa quattordici libbre sei oncie e tre quarti; il solo cranio pesa tre libbre. Codesto gigante chiamavasi Antonio di Schoenberg.

(2) G.-H. Loschge, *Programma de symmetria corporis humani, imprimis sceleti.* Erlang, 1793, in-8. Opera eccellente.

generalmente è pochissimo simmetrica, e quasi sempre havvi notabile dissomiglianza tra le depressioni e le prominenze destre e sinistre della cassa cranica, nel numero ed eziandio nella forma dei fori, che essa presenta dai due lati. Così una delle metà del foro vertebrale è arcuata e l'altra angolosa (1). Spesso l'ultima costa è un pollice più lunga da un lato che non dall'altro. Comunemente si veggono i pezzi sternali mancare di simmetria. Avviene rarissimamente alle cartilagini pari delle coste di attaccarsi allo sterno simmetricamente a destra ed a sinistra, o altra cosa simile. In qualunque siasi modo, queste anomalie non pregiudicano quasi mai notabilmente la simmetria della forma esterna considerata generalmente, imperocchè d'ordinario la natura le rende insensibili mediante altra disposizione compensatrice. Così, allorchè la metà destra di una vertebra è più elevata della sinistra, vedesi quasi sempre (qui non si tratta di casi di malattia) la metà destra dell'osso vertebrale o della cartilagine intervertebrale situata immediatamente al di sopra o al di sotto, presentare un grado corrispondente di assottigliamento, finchè la dirittura della colonna intera non si trovi compromessa (2).

Accrescimento e cambiamento di forma delle ossa.

Un certo numero di pezzi ossei trovansi già di aver fatti maggiori o minori progressi nella loro ossificazione durante i primi tempi dello sviluppo dell'embrione (3). Nel neonato lo scheletro si mostra nello stato seguente.

Gli ossetti dell'udito, il labirinto e la parte della rocca formante la cassa del timpano propriamente detta, sono le sole ossa che acquistarono il loro intero sviluppo.

I più sviluppati dopo di essi sono le clavicole, le coste e la mascella inferiore.

Vengono poi le ossa del cranio, eccettuato l'etmoide. Il frontale è composto di due pezzi, lo sfeno-occipitale di nove, il temporale di due. I parietali hanno dapprima aspetto fibroso, e sono uniti mediante sottili piastre cartilaginose, onde il nome di fontanelle.

Nella faccia, oltre il mascellare inferiore che è ancora diviso in due (4), i nasali i lacrimali i mascellari superiori i palatini i iugali sono composti di un pezzo osseo il cui contorno è cartilaginoso.

Le scapole hanno ancora quattro epifisi interamente cartilaginee.

Le vertebre ed il sacro consistono egualmente in molti noccioli ossei.

L'osso sternale mediano ha molti punti d'ossificazione.

Le ossa lunghe, come gli omeri i cubiti i radii i femori le tibie i peronei, sono composti di tre pezzi dei quali il mediano soltanto è ossificato.

Gli ossi cossali sono formati di tre pezzi. Così pure i metatarsici i metacar-

(1) Lo sfeno-occipitale è l'osso che si allontana più spesso e più sensibilmente dalla simmetria sotto ogni rapporto. (*Vedi* Meckel, *Anatomisch-physiologische Beobachtungen,* alla p. 135).

(2) Soemmering presentò per la prima volta queste nuove osservazioni nel suo trattato *Ueber die Schnuerbrueste*, Berlino, 1788, e ne trasse importanti conclusioni relativamente alla educazione fisica dei fanciulli. Meckel osserva (*loc. cit.*, p. 229) che le anomalie sono molto meno comuni nelle ossa delle membra che in quelle del tronco e della testa.

(3) *Consulta*, per la storia del primo sviluppo delle ossa, il t. VIII dell'*Enciclopedia anatomica*, di G.-T. Bischoff, destinato all'*ovologìa ed all'embriologìa*.

(4) Portal (*Anatomia medica*, t. I, p. 194) dice di aver veduto un feto di due mesi, la cui mascella inferiore era di un solo pezzo.

pici, le falangi e le falangine tanto nelle dita come nei pollici dei piedi. Ma le falangette offrono due pezzi la sommità ossificata e la base cartilaginosa.

Fra le ossa tarsiche solo il calcagno e l'astragolo (per l'ordinario anche il cuboide) presentano punti di ossificazione. Le altre come le ossa carpiche sono ancora del tutto cartilaginose.

Le ossa coccigee le rotelle le ossa ioidee e le sesamoidee delle dita delle mani e dei piedi sono totalmente cartilaginose.

I denti racchiusi nelle mascelle (1) sono tutti senza radice, e nessun indizio v'ha per anco dei due o tre molari posteriori.

Dopo la nascita crescono le ossa in dimensioni, e la lor configurazione tanto esterna come interna incontra diverse modificazioni. Nella età di quindici o venti anni di rado prima o dopo nei climi temperati esse acquistano il compiuto loro sviluppo.

A poco a poco le ossa larghe e fibrose del cranio divengono più dense e più voluminose, mentre che gradatamente si depone materia ossea nella loro faccia esterna e nella loro faccia interna. Nel primo anno della vita i pezzi del frontale e quelli dello sfeno-occipitale si riuniscono in un osso solo: quando le piastre cartilaginose non fanno scorgere segno di separazione. A tal epoca cominciano a formarvisi le suture per l'ingrandimento dei pezzi ossei, che si vanno vicendevolmente incontro. Esse dapprima non somigliano che ad una semplice linea a zigzag o assai curva; ma gradatamente la massa ossea che si depone nella superficie, principalmente nella esterna, rende quella linea sempre più sinuosa o complicata, talchè le suture sono molto più semplici nel lato interno che non nel lato esterno del cranio. Le specie di croste o di cortecce che lasciano tra loro le cellette midollari, divengono dunque gradatamente più grosse. In pari tempo non solo la superficie interna si adatta così perfettamente al cervello ai vasi ed alla duramadre, che prende in certo modo l'impronta di quei vasi e delle circonvoluzioni cerebrali, ma eziandio la superficie esterna si copre qua e là di rugosità, e lascia scorgere gli attacchi dei muscoli; considerevoli cavità altresì a poco a poco si producono nella sostanza medesima del frontale dell'etmoide dello sfeno-occipitale e del temporale, pel ritiramento della massa ossea che sino allora occupava il mezzo, e pel deposito di nuova massa su tutto il circuito.

Così le ossa del cranio sono quelle che giungono le prime alla perfezione. Quelle del volto prendono anche maggiore incremento; i loro orli cartilaginosi crescono in ogni verso, e si ossificano a poco a poco. La mascella inferiore si riunisce in un solo pezzo nel corso del primo anno. Le mascellari superiori, che servono di sostegno alle altre ossa del volto, ingrandiscono gradatamente la loro cavità per l'incremento della loro cartilagine e la conversione di queste in osso.

All'epoca della comparsa dei denti si manifesta il più segnato mutamento, siccome verrà detto nel volume dedicato all'organogenia.

Tra i pezzi sternali il mediano è quello che varia maggiormente rispetto al numero ed alla forma dei punti d'ossificazione.

Le coste conservano a lungo una testa del tutto cartilaginosa, che non si unisce col rimanente dell'osso se non verso l'età della pubertà.

Anche la colonna vertebrale rimane un pezzo incompiuta, salvo l'atlante ed il sacro.

Nelle lunghe ossa il pezzo mediano *(diafisi* o *corpo)* cresce molto più in lunghezza che in larghezza; laonde le estremità *(epifisi)* rimangono cartilaginee finchè

(1) ALBINO, *Annotat. acad.*, lib. 2, tav. 1 e 2; figure incomparabili.

queste ossa abbiano acquistata quasi tutta la loro lunghezza; il che succede verso l'età della pubertà, epoca nella quale l'estremità non sono dal corpo separate se non per un disco cartilaginoso assai tenue, il quale pure si ossifica alla fine. L'osso non rappresenta più allora che un pezzo unico, su cui non si scorge alcun vestigio dell'antica sua divisione nè all'esterno nè internamente, e che da quel momento in poi cessa di allungarsi.

V'hanno alcune lunghe ossa come sarebbe l'omero, nelle estremità delle quali si sviluppano parecchi punti di ossificazione, benchè non costituiscano che una semplice cartilagine nel neonato. Le altre ossa miste sono nel medesimo caso.

All'epoca della pubertà (1) in ambi i sessi le *ossa compiute* sono: la testa (manca pure talvolta il quinto dente molare), l'atlante, le ossa ioidee, le ossa del carpo e del tarso, le falangette delle dita delle mani e dei piedi, le rotelle, le sesamoidee ed il coccige; le *ossa incompiute* sono le altre sei vertebre cervicali le di cui apofisi non sono ancora totalmente riunite col corpo, le clavicole alla loro estremità sternale, le coste la testa delle quali mostra tuttavia una epifisi, i pezzi sternali, la scapola che ha ancora un'epifisi nel suo angolo superiore e nel suo angolo inferiore, l'omero ha ancora epifisi superiormente, mentre inferiormente è del tutto ossificato, tranne la sua tuberosità interna la quale anche costituisce una piccola epifisi; il cubito ed il radio hanno epifisi riunite nella loro parte superiore, ma tuttavia distinte nella inferiore, le ossa metacarpiche e metatarsiche compiute dal lato del carpo e del tarso non lo sono dal lato delle falangine, compiute nella loro estremità esteriore non lo sono pure nella posteriore, nell'osso cossale la cresta la spina e la tuberosità sciatiche formano tuttavia pezzi distaccati, il sacro lascia ancora scorger lievi vestigia della sua composizione, le vertebre dorsali e lombari sono meno avanzate che le cervicali, vi si scopre più distintamente un disco osseo in alto ed in basso sui loro corpi, ed un nocciuolo osseo separato nell'apofisi spinosa; nel femore i due trocanteri superiormente ed i condili inferiormente sono tuttora separati, la stessa testa di quest'osso mostra segni della sua precedente separazione; la tibia ed il peroneo hanno ancora epifisi alle loro due estremità.

Alcuni anni dopo queste due estremità sono totalmente unite al pezzo mediano. Le parti che si riuniscono più tardi col rimanente dell'osso sono la cresta delle ossa innominate, la punta delle apofisi spinose delle vertebre dorsali e lombari, e l'angolo inferiore della scapola. Le cellule midollari sono allora compintamente sviluppate nel loro interno; le ossa medesime divengono più grosse nel loro circuito, sporgono maggiormente le loro punte, si scavano di più i loro solchi, perchè si depone materia ossea sui lati dei vasi e dei nervi; finalmente esse diventano interamente terrose. Ma come si è già detto più non aumenta la loro lunghezza. A tal epoca sembrano esse aver la maggiore solidità e forza.

Dai venticinque ai quaranta o cinquant'anni non mutano sensibilmente le ossa; solo s'ingrandiscono i seni frontali, i denti si logorano giornalmente (2), le tuberosità gli orli i solchi delle larghe ossa divengono più rilevati, le lunghe ossa prendono forma più angolosa, e la superficie delle ossa corte si copre d'ineguaglianze.

(1) Questo avviene generalmente, ma non sempre per altro. Così, a cagion d'esempio, il pezzo interno dello sterno offre il più delle volte un punto d'ossificazione sin da prima che il fanciullo sia giunto al termine della sua perfetta maturità, mentre ancora non ne racchiude talvolta all'età di venti anni.

(2) Prochaska, *Annotat. acad.*, fasc. I, ultima tavola.

Pure non vi è nè riposo nè ritardo nella formazione delle ossa. Essa continua senza interruzione, come lo provano e le esperienze colla robbia ed i fenomeni morbosi. Come un nervo ottico per esempio scema in volume, il foro osseo che gli dà passaggio s'impiccolisce del pari. Se si sloghi un osso, e non avviene convenevolmente la riduzione, l'antica articolazione si dilegua a poco a poco senza lasciar quasi alcun indizio della sua presenza (1). Se si manifesta una esostosi venerea, la si vede scomparire sotto l'influenza dei convenienti rimedii. Allorquando un osso si spezza, la riunione dei frammenti succede in modo compiuto (2). Rimangono due ossa lungamente immobili l'uno contro l'altro, esse si riuniscono insieme al di dentro ed al di fuori, a segno che più non si scorge il menomo vestigio dell'antica loro separazione, e che le cellette dell'uno comunicano con quelle dell'altro. In certi casi felici di cifosi (3), per la scomparsa dei corpi di alcune vertebre, le adiacenti a queste si uniscono insieme, e via discorrendo.»

All'avvicinarsi della vecchiaia le ossa perdono a poco a poco della loro perfezione.

I denti logorati e talvolta spezzati periscono (4), si rammolliscono, cadono, soffrono una dissoluzione che opera in loro grandi cavità, e le loro reliquie sollevate lentamente finiscono col distaccarsi. Nelle circostanze più normali essi escono a poco a poco dagli alveoli, e si consumano sino al fondo. Le mascelle tanto si appianano sotto di loro, che più non vi rimane alcun vestigio di alveoli (5), e la mascella inferiore che prima era più alta che larga, diviene invece più larga che alta (6). Per altro vi sono esempi di persone, i denti delle quali conservarono la bianchezza la solidità e la interezza loro sino ai settantacinque anni ed oltre.

Le suture si dileguano comunemente nella faccia interna o cerebrale del cranio prima di scomparire nella faccia esterna, ma talvolta anche nell'interno tra le due superficie incomincia il loro dileguamento. Il foro occipitale si restringe, i seni frontali mascellari etmoidali e sfenoidali acquistano maggiore ampiezza.

Tutte le ossa perdono il loro bel tessuto granito sodo e compatto che le avvicinava all'avorio, diventano più terrose e più fragili, la loro midolla acquista tinta più scura e prende un colore giallo di cera; a poco a poco le ossa si assottigliano, per lo che perdono spesso oltre il quarto del loro peso, e si fratturano più facilmente. La massa ossea vi scomparisce anche del tutto su molti punti, cosicchè si sviluppano in essi dei fori e vuoti considerevoli: quindi è che i corpi delle

(1) Albino *Annotat. acad.*, lib. 5, tav.) e Ed. Sandifort (in *Mus. anat.*, *Acad. Lugd. Batav.*) rappresentano simili cangiamenti avvenuti nelle cavità cotiloidi. Io posseggo due dozzine di pezzi di siffatto genere. LOESECKE, *Obs. anat. chirurg.* Berlino, 1754, tav. I. — PALLETTA, *De claudicatione congenita*, tav. I.

(2) BONN, *Tab. oss. morbosor.*, X, XI, XIII. Eccellenti figure.

(3) RUYSCH, *Obs. anat. chirurg.*, nella tavola annessa alla pag. 64.

(4) I denti delle persone attempate non hanno più fori pel passaggio dei nervi.— MAANEN, *Diss. de absorptione solidorum*, Leida, 1794.

(5) Paragona le figure d'una testa senza denti, data da Ruysch (*Obs. anat. chirurg.*, fig. 65) col cranio compiuto di Bidloo e G. Hunter (*On human teeth*, tav. 7), colla figura di Albino.

(6) Nell'età virile la mascella inferiore pesa con tutti i suoi denti circa 2 once; non pesa più di 6 dramme dopo la perdita dei denti. La mascella inferiore d'un uomo di venticinque anni con sedici denti pesava once cinque; un'altra, di cui erano pieni gli alveoli, non pesava che sei dramme (ISENFLAMM, *Anatomische Untersuchungen*, p. 264). Il cranio d'un uomo di centotto anni pesava ventitrè once una dramma e quarantasei grani (SEILER, *Progr. observ. ad diss. Ch.-F. Roester Theoria fermentat.* Wittenberg, 1808). Secondo Tenon il cranio d'una donna di centuno anni pesava dodici once e due dramme.

persone attempate massime delle donne, sono così leggieri che non si affondano nell'acqua (1). Accade egualmente a diverse articolazioni di riunirsi, come principalmente a quelle delle vertebre del dorso. Si ossificano del pari certe cartilagini permanenti (2).

Lo scheletro perde della sua altezza, perchè scemano i sughi nei legamenti compresi tra le vertebre (3).

Prima che le lunghe ossa sieno giunte al termine della loro perfezione, vale a dire prima che sieno riunite in un solo pezzo, vi si distinguono tre parti, l'una mediana detta *corpo* o *diafisi*, e due terminali *epifisi*. Certe estremità portano il nome di *apofisi* tosto che sono unite col corpo dell'osso (4). Se si fa bollire o putrefare uno di questi ossi, ove se ne distacchino violentemente le estremità o se una infermità le separa dalla diafisi, la superficie della epifisi si mostra ordinariamente cosparsa di piccole scabrosità; ma nel totale è concava, e si adatta alla superficie convessa parimente ineguale della diafisi (5). Del rimanente le superficie tanto della epifisi come del corpo non hanno solo aspetto setuloso; esse cedono anche facilmente all'azione del coltello, sotto la quale sembrano essere coperte di sabbia.

Siccome nei primi tempi della vita sino al nono mese il nostro corpo intero cresce proporzionalmente con maggiore rapidità, così egli è pure durante quel periodo che più presto progredisce la formazione delle ossa.

Generalmente lo scheletro giunge al termine del suo sviluppo più presto nell'uomo che nella donna, e nelle persone che fanno molto esercizio che non in quelle che conducono vita sedentanea. Tra le infermità quella che più nuoce allo scheletro è il rachitismo, che non solo gl'impedisce di giungere alla sua perfezione per rispetto alla forma, ma anche ritarda l'ossificazione oppure la distrugge.

Unione e articolazione delle ossa.

I. *Articolazione immobile* o *sinartrosi (synarthrosis)*. È dessa di tre specie.

II. *Sutura (sutura)* (6). È chiamata.

a. Sutura dentata (sutura dentata s. serrata) quando gli orli delle ossa s'incastrano l'uno nell'altro per via di denti analoghi a quelli della sega, o mediante punte o specie di sporgimenti a coda di rondine, come nella sutura che unisce i parietali col frontale. Tale è l'aspetto delle parti sul cranio disseccato; ma durante

(1) Vedi due di questi esempi in G.-B. Fischer, *Diss. de senio ejusque gradibus et morbis*, Erfurt, 1754, p. 88.

(2) Trovasi un più disteso ragguaglio dei mutamenti che comporta il sistema osseo pei progressi dell'età, in Seiler, *Anatomiae corporis humani senilis specimen*, Erlang, 1800, p. 1. Quei cangiamenti furono pure benissimo descritti, ed inoltre comparati a tutti quelli che succedono nel rimanente dell'organismo del vecchio, da Canstatt, *Ueber die Krankheiten des Alters*, Erlang, 1839, introduz., p. 40.

(3) Portal, *loc. cit.* vol. I, p. 294.

(4) Hensing, *Diss. de apophysibus*, in Haller, *Select. disp. anat.*, t. VI. — La divisione delle apofisi in *vere*, cioè che non furono mai epifisi, siccome l'apofisi ascendente dell'osso mascellare superiore, e *false*, ovvero che cominciarono dall'essere epifisi, come l'apifisi coracoide, sembra non essere che una inutile sottigliezza.

(5) Albino, *Icon. oss. foetus*, tav. XVI.

(6) Si tralascia con ragione l'inutile divisione in *sutura vera e spuria*, ed in *sutura dentata* e *serrata*.

la vita le ossa della testa sono unite mediante una massa cartilaginosa, sicchè questa sutura appartiene propriamente alla sincondrosi.

b. Armonia (harmonia) quando gli orli dell'osso sono quasi dritti o alquanto curvati e si adattano insieme, come quelli delle ossa proprie del naso.

c. Sutura scagliosa o *squamosa (sutura squamosa)* quando codesti orli posano l'uno sull'altro, come nelle due scaglie dell'ostrica, e nella unione del temporale col parietale.

d. Sutura limbosa (sutura limbosa) allorchè gli orli delle ossa s'incastrano per dentellature e posano l'uno sull'altro, come nella unione dei parietali collo sfeno-occipitale.

2. *Gonfosi* o *inchiodamento (gomphosis)*, così l'inserzione dei denti nelle mascelle.

3. *Schindilesi (schindylesis)* quando una lama ossea sottile vien ricevuta in una gronda di altro osso: come l'articolazione del vomero con i mascellari superiori ed i palatani.

II. *Articolazione semi-mobile* o *anfiartrosi (anfiarthrosis)*. In due modi essa avviene:

1.° Per legamenti cartilaginosi *sinfisi (symphysis)*; le superficie corrispondenti di due ossa sono in certo modo addossate insieme per via di cartilagini e una sostanza legamentosa, come tra esse le vertebre, e gli ossi cossali tra loro e col sacro.

2.° Per una semplice cartilagine *sincondrosi (synchondrosis)*, come è di tutte le ossa della testa, del primo paio di coste nella sua unione col pezzo sternale superiore, e degli ossi sternali nella loro congiunzione insieme.

Queste due sorte di articolazioni non si veggono che nel tronco dello scheletro compiuto; giacchè l'unione del cranio nel fanciullo e quella delle epifisi colle diafisi, che parimente succedono per via di cartilagini, non hanno qui che fare.

III. *Articolazione morbosa* o *diartrosi (diarthrosis, junctura, articulus)*. Qui le superficie terminali delle ossa rivestite di dischi cartilaginosi sono affatto tra di loro separate, e solo unite mediante legamenti periferici *(syndesmosis)* (1), ma in modo da non lasciare nessun vacuo tra di esse. Si noverano cinque specie di diartrosi.

1. Le superficie articolari delle ossa fortemente l'una contro l'altre applicate, non si rimuovono alquanto se non per l'effetto di una violenza. Quivi esiste la vera anfiartrosi. È questo il caso della maggior parte degli ossi carpici e tarsici, come pure delle estremità posteriori dei metacarpici e dei metatarsici.

(1) La *sintenosi* unione per via di tendini, di cui citasi per esempio la rotella, non differisce dalla sindesmosi, giacchè lo stesso legamento rotuliano non diversifica menomamente dai legamenti laterali del femore e della tibia; d'altronde gli estensori delle dita delle mani e dei piedi servendo a ritenere le falangi, quivi pure vi sarebbe sintenosi. La *sinneurosi* entra ugualmente nella sindesmosi; imperocchè gli ossi sternali, che si danno per esempio, sono insieme uniti per sincondrosi e per sindesmosi. La *sinimesi* o riunione per mezzo di membrane per la quale si allegano le ossa della testa, non esiste altrimenti; essa si regge sopra un antico errore che faceva credere queste ossa unite insieme per via di membrane e non mediante cartilagini. La *sinostosi* o riunione difinitiva delle epifisi colla diafisi non è pure che una sottigliezza; mentre finchè vi sono le apofisi esiste sincondrosi, e dopo l'ossificazione non più si tratta di un'articolazione ma d'una riunione perfetta. Finalmente la *sissacosi* o unione per semplici parti molli non s'incontra nello scheletro umano, poichè la scapola citata come esempio si attiene per forti legamenti alla clavicola e per conseguenza allo scheletro.

2. Il movimento avviene per rotazione intorno ad un perno. Così la prima vertebra gira intorno all'apofisi odontoidea della seconda, e il radio intorno alla testina dell'omero e del cubito.

3. Il movimento somiglia a quello d'una cerniera. L'articolazione prende allora il nome di *ginglimo (ginglymus)*. Il movimento non è dunque possibile che in direzione retta, perchè le ossa s'incastrano reciprocamente per le loro superficie: come è del cubito e dell'omero, del femore e della tibia, delle due articolazioni anteriori delle dita delle mani e dei piedi.

4. La superficie terminale sferica d'un osso è ricevuta in uno scavamento dell'altro osso, e si muove quasi a modo d'una noce. È l'*enartrosi (enarthrosis)*, di cui non si conosce che un solo esempio nell'articolazione del femore coll'osso cossale.

5. Finalmente la superficie terminale sferica d'un osso si muove sopra un piccolo sfondo d'un altro osso, il che costituisce l'*artrodia (arthrodia)*. Così si muove l'omero sulla scapola e la prima falange delle dita sull'osso metacarpico corrispondente.

Nelle articolazioni della mascella, della clavicola coll'osso sternale superiore, della estremità inferiore del cubito col radio, e del femore colla tibia, vi è un disco cartilaginoso tra le superficie articolari.

Sfondi e sporgimenti delle ossa.

I termini tecnici seguenti che si affacciano ogni momento nella descrizione delle ossa sono troppo facili ad intendersi per aver d'uopo di spiegazione.

Gli sfondi portano i nomi d' *impressione (impressio)*, *cavità glenoidea (cavitas glenoidea)*, *cavità cotiloidea (cavitas cotyloidea)*, *fossa* o *fossetta (fovea, fossa)*, *celletta (cella)*, *seno* o *antro (sinus, antrum)*.

Gl'interstizii sono chiamati *fessura (fissura)*, *solco* o *gronda (sulcus)*, *incavatura (incisura)*, *foro (foramen)*, *canale condotto* o *meato (meatus)*, *laberinto (labyrinthus)*.

Nominansi gli sporgimenti *testa (caput)*, *collo (collum, cervix)*, *condilo (condylus)*, *apofisi (processus, apophysis)*, *tuberosità (tuberositas)*, *spina (spina)*, *cresta (crista, spina continua)*, *linea (linea)*, *stilo (stylus)*, e via discorrendo.

Differenze dello scheletro secondo le età.

Indipendentemente dalle differenze già indicate si noteranno anche le seguenti:

Quanto è più giovine il soggetto al di qua di anni venti, tanto più riesce voluminosa la testa in proporzione del tronco e delle membra. Al secondo mese la testa fa quasi la metà del rimanente del corpo: ne risulta il quarto nel bambino a termine, il quinto a tre anni, l'ottavo nell'adulto.

Quanto è più giovine l'uomo, più le ossa della faccia sono piccole relativamente al cranio, più gli organi auditorii sono voluminosi per rispetto a quest'ultimo, più sono grandi le fontanelle, è più piccola la parte inferiore del volto, è il torace più spazioso in proporzione della pelvi, sono più corte le membra, più grandi le clavicole, racchiudono ancora più cartilagine le ossa, sono più liscie le larghe ossa, più rotonde le lunghe, sono più mal precisate le corte, più vasi anche ricevono tutti questi organi.

Più s'inoltra nell'età il fanciullo, più si allungano e si portano innanzi le sue mascelle, perchè la larghezza delle loro ossa non cresce sulla stessa proporzione della loro altezza all'epoca dello spuntar dei denti, e perchè ogni loro incremento li riporta innanzi.

L'articolazione della mascella inferiore si trova quasi sulla stessa linea della gengiva superiore nei bambini ancora senza denti, ed alquanto più di essa elevata nei vecchi che han perduto i loro.

Nei neonati la colonna dorsale considerata nel suo complesso, è ricurvata indietro a motivo della posizione del feto nella matrice; per altro lieve è questa curvatura, e la colonna si trova poco men che retta nei più giovani embrioni (1).

In generale il peso o la massa delle ossa scema più che il loro volume (lunghezza larghezza e grossezza) nell'età avanzata. Così a cagion d'esempio un cranio di centenario è di due quinti più leggero di quello di un adulto.

La configurazione propria a ciascuna età lascia distinguere un osso di fanciullo da un osso di adulto e da un osso di vecchio, senza che abbiasi a prendere in considerazione la grandezza. Veramente siffatta distinzione riesce più facile a stabilirsi per certi ossi che per altri, ed alcuni anche ve ne sono, come gli ossicini dell'udito, la cui piccolezza la rende impossibile.

Le differenze saranno indicate in modo ancora più preciso nell'articolo di ciascun osso.

Differenze dello scheletro secondo il sesso.

Lo scheletro della donna (2) è più piccolo e più debole di quello dell'uomo.

La testa ossea compiuta con tutti i suoi denti è più pesante nella donna relativamente alle altre ossa, o in altri termini sono queste più leggiere per rispetto al cranio. La proporzione risulta di 6 : 1 nella donna, e di 10 : 1 o di 8 : 1 nell'uomo. Già a prima vista la testa apparisce più grossa in parità di altezza dello scheletro (3).

Il cranio è più grande in proporzione alle ossa del volto; i fori cranici sono più piccoli; la volta palatina, l'intera cavità buccale, e tutte le cavità che comu-

(1) Siccome la rappresentò benissimo Albino, che Portal, (t. I, p. 287) giustifica del rimprovero irragionevolmente fattogli su tal particolare.

(2) Cheselden (*Osteographia*, tav. 34), Tarin (*Osteografia*, tav. 23) e Sue (*Trattato d'osteologia*, tav. 4), che ànno rappresentato gli scheletri di donna, non possono essere comparati quanto nell'esattezza ad Albino nelle sue figure di scheletro dell'uomo.— *Vedi* Ackermann, *De discrimine sexuum*, Magonza, 1788.—*Vedi* altresì la mia *Tabula sceleti feminini juncta descriptione*, Francoforte, 1797, in-fol. — Bidloo rappresentò egregiamente parecchie ossa di donna senza farne l'annotazione. — M.-G. Weber diede nel suo *Atlante anatomico* un'ottima figura di grandezza naturale dello scheletro dell'uomo veduto per dinanzi e per di dietro. Si può metter a fronte lo scheletro di donna rappresentato nell'*Atlante ostetrico di Kilian* (tav. I-VI), copia di grandezza naturale, collo scheletro originale dato da Soemmerring nella sua tavola. Soemmerring aveva fatto disegnare lo scheletro secondo le dimensioni della Venere dei Medici, come si afferma che la figura dello scheletro d'uomo di Vandelaer in Albino fu fatta giusta le proporzioni dell'Apollo del Belvedere. La figura d'Albino dello scheletro veduto da lato è copiata nell' Atlante della meccanica degli organi locomotori del corpo umano dei fratelli Weber, i quali corressero secondo le più esatte misure l'inclinazione della pelvi malamente riportata nella tavola d'Albino.

(3) Secondo Clarke (*Philos. trans.* vol. LXXI), la testa d'un bambino a termine è di un ventottesimo ad un trentesimo più grossa di quella d'una bambina.

nicano colle fosse nasali (seni frontali, mascellari, etmoidali, sfenoidali) sono più piccole (1).

Il petto è più corto, alquanto più largo insù o fino all'altezza della quarta costa, risulta più stretto al di sotto di quel punto: inoltre è più mobile, meno conoide, più tondeggiato nel davanti ove quello dell'uomo è più piano, più elevato al di sopra della pelvi, perchè maggiore distanza v'ha tra l'ultima costa e l'orlo dell'osso innominato, finalmente meno sporgente nel davanti, donde risulta che nella stazione è la sinfisi del pube nella donna, il petto all'opposto nell'uomo, quello che maggiormente sporge o che nella posizione orizzontale del corpo riesce più elevato.

Quasi sempre le parti cartilaginose delle vere coste sono alquanto più lunghe per rispetto alle parti ossee. Le false coste diminuiscono in lunghezza in più forte proporzione sino all'ultima. L'incavatura tra le cartilagini delle coste settima ottava e nona forma un angolo assai più acuto insù.

La gronda scavata sui corpi delle vertebre per ricevere la midolla spinale è più profonda, e riesce più grande l'intero canal vertebrale.

Le aperture laterali del canal vertebrale, per le quali passano i vasi ed i nervi, e che poste fra l'arco ed i corpi delle vertebre sono formate da due di queste ultime, ma sempre in maggior parte dalla superiore, sono assai più grandi.

La cresta delle apofisi spinose delle vertebre risulta meno sporgente. Gli ossi sternali presi insieme sono più corti, e terminano più su all'altezza circa di una linea orizzontale compresa tra i più bassi punti del quarto paio di coste, mentre nell'uomo discendono sino ad una linea tirata da una quinta costa a quella del lato opposto. Quindi riesce maggiore la distanza compresa tra essi ed il pube. Alcuni notomisti aggiungono che si allontanano maggiormente dalla colonna vertebrale.

I lombi sono più lunghi.

Il promontorio o l'angolo che l'ultima vertebra lombare fa col sacro è più acuto.

La pelvi (2) ha tutti i suoi diametri più grandi. Le creste e le parti sciatiche delle ossa innominate sono più tra loro lontane (3).

I pubi sono in maggior distanza, per la qual cosa il legamento cartilaginoso è più largo più grosso ma più corto. I fori sono più obbliqui dall'alto in basso e dal di dentro al di fuori.

Il sacro tende maggiormente indietro; la sua estremità inferiore e con essa gli ossi coccigei non sporgono tanto in avanti.

Le cavità cotiloidee sono più tra loro lontane: quindi è meno sicuro il camminare: sono esse inoltre dirette alquanto in avanti, in guisa che nei progressi della gravidanza mantengono meglio in equilibrio il corpo, di cui il centro di gravità trovasi allora portato alquanto più innanzi.

Le ossa delle membra inferiori si riuniscono in basso sotto un angolo meno acuto.

Le gambe sono più corte, le spalle più declivi, le articolazioni delle braccia meno lontane, le membra superiori più corte, più gracili le dita.

Gli scheletri di donne che ebbero molti parti nella loro giovinezza si distin-

(1) Deschamps, *Malattia delle fosse nasali*, Parigi, 1804, in-8.

(2) Creve, *Beschreibung der weiblichen Beckens*, Lipsia 1793. — Trovansi buone figure di una pelvi d'uomo o d'una pelvi di donna, poste l'una a fronte dell'altra in Langenbeck, *Icones anat. Osteologia*, tav. XI.

(3) Secondo Dupuytren la pelvi della donna differisce poco da quella dell'uomo sino alla pubertà: ha forma quasi triangolare in ambi i sessi; ma a quella epoca si sviluppa rapidamente.

guono communemente da quelli delle ragazze per un petto più appianato, un dorso più tondeggiato, ed una cartilagine interpubica più larga (1).

Per lo più un osso di donna adulta differisce da un osso d'uomo in pari dimensioni per una superficie meno scabra, le dentellature più piccole, i solchi meno sensibili, le cavità articolari meno profonde, la forma più tondeggiata ed un lustro più notabile.

Ordinariamente un osso lungo di donna si distingue da un osso lungo d'uomo in quanto che, sebbene entrambi abbiano non solo la medesima lunghezza ma eziandio superficie articolari di eguale estensione, la diafisi apparisce più lunga nel primo; laonde codeste ossa prese insieme pesano molto meno comparativamente al cranio. Spessissimo sono ancora più molli che non nell'uomo. In generale hanno alcun che di femminino, sicchè sarebbe malagevole la descrizione. Si perfezionano più tardi, per lo che le loro estremità rimangono più a lungo cartilaginose.

Il frontale ha seni più stretti, una glabella più bassa, ed archi sopraccigliari meno prominenti.

Tutte le ossa della faccia sono più delicate.

Gli alveoli superiori ed inferiori sono più ellittici nella donna, più rotondi nell'uomo.

I denti stessi sono più piccoli.

Nelle vertebre i corpi sono più alti e più assottigliati sui lati; le apofisi trasverse sono maggiormente curvate indietro, dimodochè i solchi che regnano tra esse e le apofisi spinose hanno maggior profondità indietro per tutta la lunghezza del dorso; le apofisi spinose sono più tenui più corte e più inclinate dall'alto in basso. La sostanza del corpo di tutte le vertebre sembra essere più densa.

Le coste sono più sottili meno arcuate: quindi il loro margine superiore ed il margine inferiore riescono più patenti.

Alcuni notomisti credono che le cartilagini delle coste superiori si ossifichino più facilmente nella donna, e sieno più larghe e più lunghe che quelle delle coste inferiori.

Tra gli ossi sternali il superiore in proporzione dell'inferiore risulta communemente molto maggiore nella donna che non nell'uomo, e spessissimo ha dimensioni tali che la sua lunghezza quasi non è contenuta due volte in quella dell'inferiore; mentre nell'uomo il mediano ha lunghezza doppia e al di là di quella del superiore. Inoltre questo è più forte relativamente all'inferiore. Questa differenza sessuale già si manifesta nei più giovani embrioni.

Le vertebre lombari sono più alte e più estese.

Il sacro è più largo e più scavato: alcuni anche lo credono più lungo (2). Gli ossi coccigei sono più stretti più mobili più diretti in avanti e meno sporgenti. È egli vero che se ne incontrano più di frequente cinque nella donna che non nell'uomo (3)?

Gli ossi della coscia sono più larghi più appianati più ributtati sui lati. Il ramo discendente del pube si distacca dalla sinfisi sotto un angolo maggiore: quindi l'angolo compreso tra i pubi riesce acuto nell'uomo ma possiede 80 in 90 gradi nella donna, oltre di essere più rotondo. Le tuberosità sciatiche sono più grosse e più appianate: lo spazio compreso tra esse e le cavità cotiloidee risulta più piccolo, più

(1) Confronta le figure d'ossa di donna in Bidloo con quelle delle ossa d'uomo in Albino.

(2) Secondo Portal è più corto.

(3) Più tardi, nella Sindesmologia, si tratterà degli ossi della pelvi della donna.

grande l'incavatura sciatica, più largo il foro ovale. L'incavatura in cui è posto il tendine del muscolo otturatore esterno, fra la tuberosità sciatica e la cavità cotiloidea, sembra più stretta (1).

Le clavicole sono più diritte, affin di allontanare le scapole in proporzione della larghezza delle anche, e rimandarle convenevolmente indietro. Nell'uomo all'opposto sono più curve, affin di ricondurre le scapole più avanti di quello che sarebbero nel caso contrario. Nell'uomo esse si dirigono maggiormente dall'alto in basso, e gli angoli che fanno collo sterno sono ottusi anzichè retti come nella donna.

Le scapole sono più piccole più sottili più piane: i loro angoli sono più acuti.

I femori sono più arcuati dall'in dietro in avanti, il loro collo fa un angolo più piccolo col corpo, il loro condilo interno è più grande più convesso ed anche alquanto più lungo dell'esterno (2).

Differenze dello scheletro secondo gl'individui.

Alcuni individui hanno le ossa generalmente più grosse che lunghe; altri invece le hanno più lunghe e più larghe, ma senza avere in proporzione maggiore grossezza (3).

Lo scheletro presenta qualche volta, senza che sospettar si possa l'influenza di nessuna causa morbosa, una grossa o piccola testa, spalle larghe e strette, petto convesso o piano, dorso curvo o dritto, lombi corti o lunghi, anco grosse o sottili, cosce arcuate o dritte, tibie allungate o corte, piedi e mani lunghi o corti, dita dei piedi acuminate ed ottuse.

La stessa sostanza delle ossa o la finezza della loro grana sembra essere soggetta a variare (4).

Differenze delle ossa secondo le abitudini, il genere di vita e di vestiti.

Vi sono delle nazioni che usano particolari mezzi per far perdere al cranio ai denti e ad altre parti certe forme di cui sarà data la descrizione quando si tratterà dell'anatomia delle razze.

Le Europee di certe classi procurano mediante giustacuori di modificare la forma naturale della cavità toracica nelle loro fanciulle. Questa cavità abbandonata alla natura è stretta in alto ed in basso larga; la si vuole invece larga nelle

(1) G.-C. Rosenmuller, *Diss. de singularib. et nativ. ossium corp. hum. varietatibus*, Lipsia, 1804. Opera eccellente.

(2) È questo il caso del femore cui Merck descrisse negli *Hessische Beitraege*, t. I, fasc. I. Io ne posseggo uno ancora più lungo, ed in pari tempo più grosso.

(3) Meckel (*Trattato d'anatomia*, trad. di Jourdan, t. I, p. 590) dice che per solito si trovano quattro ossi coccigei, ma che talvolta ve ne sono cinque, e che tal caso è più comune nelle donne. Io manco di dati su tal particolare.

(4) *Vedi* la misura esatta delle ossa d'una gigantessa in Bonn (*Descript. Thes. Hovii*, 462), il quale pur cita parecchi fatti consimili. Cheselden tiene nella sua *Osteografia* la figura dello scheletro d'un uomo grandissimo ed assai forte. Il Museo anatomicó di Berlino possede quello d'un uomo di sette piedi (*Vedi* Schaarschmidt, *Verzeichniss der Merkwuerdigkeiten des anatomischen Theatres zu Berlin*, 1750 p. 26).

spalle ed esile alla cinta. Per qualche tempo sembra essere raggiunto lo scopo; ma dopo l'età di venticinque anni e spesso più presto, si vede una spalla divenir più alta dell'altra, vale a dire stabilirsi una vera scoliosi (1).

Si cerca parimente di stringere le scapole contro il dorso più assai che nol voglia natura, ed a forzare con ogni sorta d'apparecchio la colonna vertebrale per mantenerla al più possibile dritta.

Negli acconciatori che dirigono il pettine con una mano mentre non fanno che tenere la capellatura coll'altra, il torace finisce coll'innalzarsi dal lato attivo, per l'influenza continua dei muscoli della spalla (2). Lo stesso avviene negli scrittori nei dotti ed in altri simili.

Si parlò di fasciature erniarie che avevano prodotte esostosi nel pube (3).

L'esercizio a cavallo nella prima giovinezza curva i membri inferiori.

L'equitazione all'inglese rende la spalla destra della donna più alta dell'altra (4).

L'uso di star ginocchioni fa acquistare maggiore larghezza alle rotelle.

L'uso di calzari ad alti talloni obbliga i tarsi ed i metatarsi a descrivere una curva più notabile di quella prescritta da natura, talchè dopo l'età di venticinque anni il piede non può più stendersi in linea retta, e spesso anche le articolazioni finiscono col riunirsi compiutamente (5).

Gli alti talloni esercitano anche influenza sullo scheletro intero, di cui mutano la direzione. Infatti s'insinui un cono della loro altezza sotto i talloni di una persona che stia ritta, essa dovrà necessariamente cadere in avanti, purchè non prevenga la caduta rimandando il corpo indietro.

In tutti quelli che portano calzari comuni, le dita dei piedi sono per lo meno sformate, ed anche diversamente bistorte (6).

(1) *Vedi* il mio *Abhandlung ueber die Schaedlichkeit der Schnuerbrueste*, Lipsia 1788. Il pezzo d'abbigliamento chiamato dagl'Inglesi *backboard* rende le braccia troppo corte e troppo piccole (VALTER VAUGHAN, *On modern clothing*. Rochester, 1792.

(2) La poca influenza dei muscoli sulla forma delle ossa è anche provata dalle ossa di nuova produzione, nel caso di necrosi, le quali mentre si formano, sono esposte all'azione delle potenze muscolari; però tale asserzione non riesce che in parte esatta. Nuove osservazioni dimostrarono che certe deformità, per esempio i piedi torti, dipendono principalmente dall'azione unilaterale dei muscoli, la quale portar può dei cangiamenti nelle connessioni legamentose, ed anco nella forma delle ossa. *Confronta* specialmente su tal particolare l'opera di STROMEYER, *Beitraege zur operativen Orthopedik*. Annover, 1838. — H. BOUVIER, *Memorie dell'Accademia reale di Medicina* Parigi, 1838, t. VII, p. 411 e seg.

(3) *British mercury*, 1790, n. 47.

(4) BLUMENBACH, *Osteologia*, n. 319.

(5) Ve ne sono esempi nella collezione di Soemmerring.

(6) *Vedi* l'eccellente opera di Camper sulla migliore forma da darsi alle scarpe, nei suoi *Kleinere Schriften*, t. I, fasc. I, p. 119. — Le nuove mode portarono grandi cangiamenti in tale rapporto.

PARTE SECONDA

DELLE OSSA IN PARTICOLARE

CAPITOLO I.

DELLE OSSA DELLA TESTA

ARTICOLO I.

DELLE OSSA DEL CRANIO

Osso frontale.

L'*osso frontale (os frontis)* separato dagli altri pezzi del cranio può essere paragonato ad una conchiglia per la sua configurazione, essendo convesso in fuori e concavo in dentro.

Esso forma la parte superiore anteriore ed alquanto interna del cranio, la parete superiore dell'orbita e la parte più elevata della cavità nasale. Per lo che vien diviso in parte frontale, parti orbitali destra e sinistra, e parte nasale. Queste diverse parti sono facili a distinguersi l'una dall'altra esternamente.

La *parte frontale (pars frontalis)* la più considerevole e la più grossa di tutte è convessa e liscia all'esterno, ove offre soltanto alcuni piccoli fori e leggeri indizii di vasi sanguigni. Gli *archi sopraccigliari (arcus superciliares)*, che la separano dalle parti orbitali, formano due curve, al di sopra di ciascuna delle quali, nel punto in cui principia l'ossificazione del frontale, notasi una debole eminenza chiamata *bozza frontale (tuber frontale)*, il cui elevamento non è molto rilevato, se non negl'individui che furono attaccati da rachitismo. Internamente si scopre nel medesimo sito uno sfondo, nel quale si accoglie l'estremità del lobo anteriore del cervello. Negl'individui attempati massime sorge da ciascun lato al di sopra della radice del naso un rigonfiamento, il quale ora si confonde col suo congenere ed ora ne rimane distinto. Questo rigonfiamento è spesso penetrato di molti piccoli fori, e per lo più nasconde col diverso elevamento e la diversa larghezza i seni frontali situati dietro di esso. Fra le bozze frontali ed i rigonfiamenti ora accennati si trova uno spazio chiamato in latino *glabella*, e generalmente osservabile per la mancanza dei peli del sopracciglio nella pelle che lo ricopre. Sui lati si scorge il segno scabro della inserzione del muscolo temporale, circoscritto da un risalto arcuato *(planum semi-circulare)*.

Le *parti orbitali (partes orbitales)* fanno angolo colla precedente; la loro faccia inferiore continua con essa mediante gli archi sopraccigliari, e la loro grossezza è assai meno considerevole. Hanno la forma di volta diversamente schiacciata, il cui contorno è triangolare. Nel lato esterno di questa volta si vede, oltre gl'indi-

zii incostanti di vasi, uno scavamento nominato *fossa lacrimale (fossa glandulae lacrimalis)*, che ricetta la glandola di egual nome. Nel lato interno esiste comunemente una *fossettina*, più di rado una spina *(fovea s. spina trochlearis)*, talvolta entrambe insieme, serventi all'attacco della carrucola del muscolo grande obbliquo dell'occhio. Le due parti orbitali sono tra loro separate dall'*incavatura etmoidale (incisura ethmoidalis)*. Al di fuori ciascuna di esse si prolunga in un'apofisi chiamata *malare*, o *zigomatica (apophysis malaris s. processus zygomaticus)*.

La *parte nasale (pars nasalis)* è compresa tra le due porzioni orbitali. La sua parte anteriore risulta grossa e guernita d'ineguaglianze, per via delle quali si effettuano le suture che l'uniscono con le ossa proprie del naso e lo etmoide. Ne sorge un elevamento acuminato chiamato *spina nasale (spina nasalis)*, che sostiene l'etmoide e le ossa proprie del naso. Dietro questa spina ed al di sopra vi sono i *seni frontali (sinus frontales)*. Le due parti posteriori della porzione nasale sono separate da creste taglienti, e formano per così dire il coperchio delle cellette etmoidali.

La *faccia interna* del frontale risulta in certo modo meglio riparata che la esterna, dimodochè vi si distinguono meno facilmente le tre parti delle quali l'osso si compone. Nella linea mediana essa è divisa in due metà l'una destra e l'altra sinistra, da una *cresta (crista interna)*, che ha principio nella spina frontale. Quella cresta degenera a poco a poco verso sù in una *gronda (sulcus frontalis)*, o almeno assai vi si avvalla; e dà attacco alla falce del cervello. Verso giù principalmente sulle parti orbitali notansi elevamenti e depressioni corrispondenti a quelli del lobo anteriore del cervelio *(impressiones digitatae et juga cerebralia)*, e che sono quando più quando meno rilevati. Si scoprono altresì da per tutto solchi diversamente profondi, nei quali sono ricevute le ramificazioni delle arterie anteriori e medie della dura-madre; talvolta sui lati della gronda frontale si scorgono piccoli sfondi, che ricettano i corpicelli detti glandole di Pacchioni.

La *sostanza* dell'osso frontale è penetrata da cellette midollari nel punto ove ha la maggiore grossezza. Ma nel davanti le due tavole si allontanano l'una dall'altra, e lo spazio che lasciano tra loro costituisce i *seni frontali*. Questi seni variabilissimi sono separati da un tramezzo talora intero talora perforato ed anche doppio, che sorge dalla spina nasale, e non sempre s'incontra. Sono qualche volta divisi in diversi scompartimenti. Di rado quello d'un lato si trova disposto esattamente come quello del lato opposto. In alcuni individui i seni frontali occupano quasi tutta la parte orbitale del frontale, e si prolungano indietro sino nelle alette dello sfenoide. Essi comunicano assai svariatamente colle cellette etmoidali, e si aprono nella parte anteriore del meato medio delle fosse nasali.

Fra i fori dell'osso frontale si distinguono.

1.° Il *foro sopra orbitale (foramen supra-orbitale)* il quale non è il più delle volte che una semplice incavatura, e che accompagnato da alcuni vasi sanguigni dà passaggio alla ramificazione frontale del primo ramo dei nervi del quinto paio. Questo foro è di rado diviso in due da una lamina o doppia o anco tripla, più di rado somiglia ad un canale. Notansi in quel sito piccoli pertugi, fra i quali passano vasi sanguigni e filetti nervosi, che si recano nei seni frontali. Qualche volta il foro sopraorbitale è il punto di partenza di solchi che salgono sulla fronte, e che indicano la traccia di vasi e di nervi.

2.° I *fori orbitali interni (foramina orbitaria interiora s. ethmoidea)* sono con proprietà parlando semicanali o canali interi scavati obbliquamente nella parte nasale. Se ne noverano o due assai grandi, o tre quattro ed anche cinque più piccoli, di cui per solito l'anteriore risulta più considerevole. Sono formati talora

dal frontale solo, il che avviene massime all'anteriore, talora ad un tempo dal frontale e dall'etmoide. L'anteriore dà passaggio alla ramificazione nasale del primo ramo del nervo del quinto paio, e ad un'arteriuzza; i posteriori ricevono rami dal-arteria ottalmica.

3.° Qualche volta, ma di rado la fossa lacrimale si trova penetrata da un foro considerevole, pel quale passa allora l'arteria lacrimale nata dalla meningea anteriore (1).

4.° Il *foro cieco (foramen caecum)* situato nella faccia interna è formato talora dal frontale solo, talora da quest'osso e dall'etmoide ad un tempo. Il principio della falce del cervello s'insinua in questo foro, che dà qualche volta passaggio a ramicelli delle arterie ottalmiche destinati ai seni frontali, dai quali più di frequente escono venuzze che vanno nel seno falciforme.

L'osso frontale si *articola*: 1.° insù ed indietro coi parietali mediante la sutura coronale; 2.° in basso ed indietro per le sue parti orbitali con le alette, le grandi ali ed il corpo dello sfenoide; 3.° infuori per le sue apofisi malari con le ossa del pomello; 4.° per le parti laterali della sua porzione nasale coll'etmoide; 5.° finalmente per la parte anteriore di questa medesima porzione e per la spina nasale con l'etmoide e le ossa proprie del naso; poscia più infuori coll'apofisi ascendente del mascellare superiore.

Esso somministra punti di attacco a diversi muscoli. Il frontale ed il sopraccigliare s'inseriscono nell'arco sopraccigliare; in basso e lateralmente nel temporale; in dentro e nella parte orbitale nella carrucola del grande obbliquo dell'occhio.

Nel bambino a termine trovasi sempre quest'osso composto di due pezzi totalmente separati e simmetrici, la riunione dei quali parziale al termine del primo anno, è compiuta a quello del secondo. Questi due pezzi non si uniscono insieme ad altre ossa se non per una membrana cartilaginosa; e formano di unito ai parietali la gran fontanella. I seni frontali sono assai piccoli nei primi anni della vita; non si sviluppano se non dopo l'età della pubertà. Ancora a dodici anni non se ne scorge che un vestigio inferiormente; giacchè il sito che debbono occupare un giorno è riempiuto dapprima da vere cellette midollari.

Anomalie. Qualche volta nell'uno come nell'altro sesso, sia la fronte bassa o di mediocre altezza sia larga o stretta, l'osso frontale rimane per tutta la vita diviso in due parti tra loro distinte per via d'una sutura longitudinale *(sutura frontalis)*. Allora vi sono due frontali, l'uno a destra l'altro a sinistra. Comunemente in simil caso la fronte risulta più larga che alta; ma spesso la sutura frontale non è distinta che nell'esterno. Sulla parte più inferiore e superiore non se ne scopre che un debole vestigio di poca estensione (2).

In alcune persone il frontale è poco convesso appianato e basso (3): in altre all'opposto è più alto che largo, dimodochè in certe teste si vede la regione della sutura frontale elevarsi a guisa di schiena d'asino. Qualche volta l'osso si porta quasi perpendicolarmente insù, e la sua parte orbitale non è orizzontale, ma si dirige in avanti, e sembra essere stata tratta dal basso in alto. Trovasi alcune volte la

(1) Haller, *Icones anat.*, fasc. VII, tav. VI. — Non è neppure raro il non incontrare siffatta varietà che da un solo lato.

(2) Allorquando l'incremento del cervello succede con rapidità, e lentamente l'ossificazione, il frontale rimane diviso in due (Hunauld, nelle *Mem. dell'Accad. delle scienze*, 1740, pag. 372).

(3) Lavater, *l'arte di conoscere gli uomini alla fisonomia* t. IV, p. 138.

sua cresta sulla linea mediana quasi angolare, e non rotonda come al solito. Finalmente non è raro incontrare ossetti vormiani tra esso e la sutura sagittale.

Ma sono specialmente i seni frontali che variano sotto il rapporto della loro estensione, della loro divisione, della forma loro, della loro comunicazione colle cavità vicine dell'etmoide e dei loro orificii. Talvolta mancano interamente da un lato (1).

Ossi parietali.

Gli *ossi parietali (ossa verticis s. parietalia)* (2) i più semplici di tutti quelli del cranio, formano la parte superiore, media e laterale.

Ciascuno di essi preso isolatamente rappresenta una conchiglia quadrata. L'angolo superiore anteriore che è quasi retto, porta il nome di *angolo frontale (angulus frontalis);* l'inferiore anteriore quello di *angolo sfenoidale (angulus sphenoideus);* il superiore posteriore il più ottuso di tutti quello di *angolo occipitale (angulus occipitalis);* finalmente il posteriore inferiore quello di *angolo mastoideo (angulus mastoideus).* I quattro margini la riunione dei quali produce questi angoli, sono: il *margine superiore* o *sagittale (margo sagittalis),* che è il più lungo ed il più retto; il *margine anteriore* o *coronale (margo coronalis);* il *margine inferiore* o *temporale (margo temporalis),* il più corto il più tenue ed il più curvo; infine il *margine posteriore* o *occipitale* o *lambdideo (margo occipitalis),* ch'è il più grosso.

La *faccia esterna* dei parietali è convessa. Essa offre su ciascuno dei due ossi un elevamento rilevantissimo, massime negl'individui che furono rachitici. Questo elevamento chiamato *prominenza parietale (tuber parietale),* corrisponde alla più larga regione del cranio. La metà superiore della faccia esterna è liscia; ma l'inferiore riesce scabra a motivo della inserzione del muscolo temporale, il cui margine semicircolare si manifesta per una traccia che continua con un orlo analogo del frontale, e contribuisce così a produrre la *superficie semi-circolare (planum semi-circulare).* Qualche volta questa superficie presenta solchi indicanti il tragitto dell'arteria temporale profonda.

La *faccia interna* è concava. Si scorgono in tutta la sua estensione fino al suo margine superiore, vestigia dell'arteria meningea media, i cui rami principali salgono tra l'angolo sfenoidale e l'angolo mastoideo. Sono solchi talora lievi talora profondi, che alle volte anche costituiscono veri canali su diversi punti della loro estensione, ed in preferenza nella loro origine. Le impressioni corrispondenti alle circonvoluzioni cerebrali sono poco distinte, eccetto inferiormente. I due ossi parietali nel sito della loro riunione nella sutura sagittale formano un solco comune, che si allarga dalla parte anteriore alla posteriore, e ch'è il vestigio del seno longitudinale superiore della dura-madre. In alcuni individui questo solco appartiene principalmente o anche unicamente ad uno dei due ossi. Sopra i suoi lati si scoprono diversi sfondi variabili per rispetto alla situazione al numero all'estensione ed alla profondità, che corrispondono alle glandole di Pacchioni. Comune-

(1) Comunemente il tramezzo s'inclina a dritta, sicchè l'ampiezza del seno frontale sinistro supera quella del destro (Blumenbach ed Isenflamm, in Rosenmuller, *Beitraege*, t. I, fasc. 1, p. 21). — Abbiamo presente un frontale, nel quale avviene sensibilmente il contrario *(Nota del traduttore)*.

(2) Albino rappresentò i due ossi parietali articolati insieme (tav. oss. I, III), separati tra loro (tav. VI), e tratti da un bambino *(Icon. oss. foetus,* tav. I).

mente si vede nell'angolo mastoideo un solco analogo ma corto, ch'è il vestigio del seno trasverso della dura-madre.

La *sostanza* dell'osso parietale assai densa indietro, lo è alquanto meno in avanti; ha meno spessezza nel punto anteriore della parte temporale.

Le due ossa si articolano insieme nel loro margine superiore mediante la *sutura saggittale (sutura saggittalis)*, al di dietro coll'occipitale per via della *sutura lambdoidea (sutura lambdoidea)*, inferiormente per la maggior parte del loro margine temporale che è tagliato ad ugnatura, col temporale *(sutura squamosa)*, poi avanti colle grandi ali dello sfenoide. Il loro margine anteriore si trova unito al frontale mediante la sutura coronale.

Sui lati della sutura saggittale ma più indietro che in avanti si distinguono i *fori parietali (foramina parietalia)*, ne' quali spesso accade che il diametro dell'uno superi l'altro. Talora questi fori sono doppii, e talora mancano da ambo i lati. Hanno di rado forma bislunga ed enormi dimensioni (1). Danno passaggio ad una coppia di vene che vanno dalla pelle chiomata al seno longitudinale della dura-madre; laonde la regione che occupano riesce favorevolissima per operare una deplezione immediata di sangue mediante le sanguisughe.

Il temporale è il solo muscolo che si connette al parietale: s'inserisce lateralmente in quest'osso.

L'angolo frontale e l'angolo mastoideo sono meramente cartilaginosi nel neonato; da ciò risultano le fontanelle, che non si ossificano se non verso il secondo anno.

Anomalie. Fra le aberrazioni dallo stato normale conviene citare la persistenza delle fontanelle sino dopo il ventesimo anno; la saldatura che congiunge talvolta i parietali in un osso solo lungo la sutura sagittale; la divisione assai rara d'uno di questi ossi o dei due in una metà superiore ed una metà inferiore per una sutura obbliqua compiuta (2). Talvolta avviene a questa sutura di non comprendere tutta la grossezza dell'osso. L'esistenza d'una sutura diversamente verticale sembra esser cosa assai rara.

Osso sfeno-occipitale.

L'*osso sfeno-occipitala (os basilare s. spheno occipitale)* (3) il più voluminoso di tutti quelli del cranio, forma il mezzo e la regione posteriore di questa cavità, vale a dire la sua base, la parte su cui posa la massa cerebrale colle origini di tutti i nervi cerebrali, che dà passaggio a tutti questi nervi tranne l'olfattorio, l'acustico

(1) Lobstein, *Diss. de nervis durae matris*, St,asborgo, 1772; nella tavola annessa all'opera.

(2) Tra parecchie osservazioni relative a siffatta anomalia, una ve n'è recente pubblicata da Soemmerring, in Tiedemann, *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. II, P. I, tav. I e II.

(3) Soemmerring il primo descrisse insieme lo sfenoide e l'occipitale che innanzi a lui tutti i notomisti consideravano come due ossi distinti, e vi si decise che essi formano un solo ed unico pezzo già molto tempo prima che molti altri ossi abbiano acquistato l'intero loro sviluppo. Si vede, egli dice, che io parto da tutt'altro principio di quello che pretende Goeffroy Saint-Hilaire *(Annali del Mus. di stor. nat.*, t. X, p. 234). I migliori notomisti, siccome G.-F. Meckel, E.-H. Weber e Krause, adottarono il modo di vedere di Soemmerring; ma essi descrivono i due pezzi dell'osso basilare separatamente, il che ha pure i suoi vantaggi. Lauth e specialmente M.-G. Weber, al contrario isolano compiutamente questi due ossi ed il secondo anzi rigetta,

ed il facciale, come pure a tutte le arterie del cervello, il quale dà attacchi ai muscoli per cui la testa è messa in movimento, e che finalmente unisce la testa alla colonna vertebrale.

Esso dividesi in due parti, l'una *anteriore* o *sfenoidale*, l'altra *posteriore* ovvero *occipitale*, le quali sino all'età di quindici o sedici anni rimangono tra loro separate da una laminetta cartilaginosa, ma che più tardi si riuniscono insieme sì intimamente che non si scorge il menomo vestigio di separazione internamente, ed appena un leggero ne rimane all'esterno; assolutamente come in un lungo osso il corpo si confonde a poco a poco colle estremità, che dapprima erano state da esso separate (1).

A. osso occipitale.

L'*osso occipitale (os occipitis)* considerato in genere è convesso di fuori e concavo di dentro. Si compone nel bambino di quattro parti, cioè: la *parte occipitale* o *squamosa (pars occipitalis s. squama ossis occipiti)*, le *parti laterali* o *condiloidee* destra e sinistra *(partes condyloideae)*, e la *parte anteriore o basilare (pars basilaris)*.

La *parte occipitale* offre esternamente da ciascun lato della sua metà inferiore due *linee curve* l'una *superiore* l'altra *inferiore (linea semilunaris s. trasversalis superior et inferior)*, che sono scabre, formano insieme un semicerchio, e si riuniscono in una tuberosità talora assai poco sporgente, *protuberanza occipitale esterna (protuberantia occipitalis externa)*, dalla quale discende verticalmente la *cresta occipitale esterna (spina occipitalis externa)*.

Inferiormente questa parte oltre alcune vestigia di vasi presenta quasi nel mezzo un elevamento nominato *protuberanza occipitale interna (protuberantia occipitalis interna)*, nella sommità del quale riesce il prolungamento della gronda parietale insensibilmente allargata, che ricovre il seno longitudinale superiore. Questa gronda continua a destra ed a sinistra con un solco più largo *(sulci transversi s. laterales)*, che discende descrivendo un arco sino all'incavatura destinata a ricevere la vena giugulare; il solco del lato destro è comunemente situato più insù e più distinto dell'altro, il che lo fa sembrare la continuazione immediata della gronda. Dalla protuberanza discende una *cresta* (2) talvolta acutissima di rado doppia *(spina s. crista occipitalis interna)*, alla quale si attacca la falce del cervelletto. La protuberanza si trova dunque nel mezzo di linee saglienti che s'incrocicchiano *(lineae cruciatae)*. Nelle fosse situate al di sopra delle braccia di quella croce si scorgono le impressioni *(juga cerebralia)* del lobo superiore del cervello. Qualche volta si scopre

probabilmente a torto, l'opinione espressa da Soemmerring *(Vedi* il suo *Handbuch der Anatomie*, t. I, p. 39). Giustamente parlando le due opinioni possono conciliarsi. Se infatti si consideri il cranio come un composto di vertebre, è più acconcio ammettere che lo sfenoide e l'occipitale sieno due ossi totalmente distinti (a titolo di vertebre cefaliche); ma considerando la sutura normale che si produce tra essi quando lo scheletro è compiutamente formato, essi non rappresentano realmente che un osso solo.— Trovasi una figura dell'osso basilare in Albino (tav. oss. I-VI; ciascun osso separatamente, tav. VI), e di questo medesimo osso nel bambino, in Albino, *(Icon. oss. foetus*, tav. II, IV) e Langenbeck *(Icon. anatom. osteolog.*, tav. XV, fig. 15 e 16).

(1) La riunione qualche volta non avviene che dopo il ventesimo anno, ma è una eccezione.

(2) Codesta cresta è più rilevata e più notabile nelle teste d'uomini che non in quelle di donne (Isenflamm, *Beitraege*, p. 22).

anche massime a destra un considerabile solco, che discende lungo la cresta interna: è il vestigio del seno occipitale posteriore, che si stende lungo l'orlo del foro occipitale sino al foro lacero posteriore; talvolta anche intorno al foro occipitale notasi il vestigio di un seno circolare. Le fosse situate al di sotto delle braccia della croce ricevono le due metà del cervelletto separate dalla piccola falce.

La *parte condiloidea* destra è separata dalla sinistra in dietro dalla parte occipitale e nel d'avanti dalla parte basilare. Ciascuna di queste due parti si distingue esteriormente pel condilo di cui è munita, ed alla formazione del quale essa maggiormente contribuisce, se si eccettua solo la parte anteriore. I *condili (condyli)* destinati all'articolazione della testa coll'atlante convergono l'uno verso l'altro in avanti, sono per lo più convessi, talvolta quasi piani, più lunghi che larghi, ed offrono la loro maggiore larghezza nella parte media. Talora stretti nella loro estremità anteriore e larghi nella posteriore, talora all'opposto ristretti nelle loro due estremità, sono alcune volte quasi storti. Sempre il loro margine esterno è più elevato dell'interno: in certi casi ciascuno di questi margini si trova per così dire diviso in due metà. Lungo l'esterno vi è un solco ruvido, che serve alla inserzione del legamento articolare, e l'interno offre ineguaglianze derivanti dall'attacco del legamento che viene dall'apofisi odontoidea della seconda vertebra cervicale. Dietro di essi si veggono fossettini contenenti adipe articolare, ed i *canali condiloidei posteriori (canales cordyloidei postici)* serventi al passaggio di vene che provengono dalla nuca per recarsi nei seni della dura-madre. Nei loro lati notasi un'asprezza o un tubercoletto vicino all'apofisi stiloidea del temporale, che dà attacco al muscolo destro laterale della testa.

Internamente ciascuna parte condiloidea offre sfondi ed elevamenti contribuenti a formare il foro lacero posteriore, di guisa che produce per addossarsi alla parte ultima della roccia, un'*apofisi spinosa (processus jugularis s. spinosus)*, immediatamente dietro la quale si trova l'estremità della gronda che accoglie il seno laterale. Da questa gronda sorge un tubercoletto sotto il quale è situato il canale destinato al nervo grande ipoglosso.

La *parte basilare* forma esternamente il rimanente dei condili. È una specie di apofisi rugosa nella sua faccia esterna, che si riunisce col corpo dello sfenoide. La sua parte media, contro la quale si applica la faringe, offre un notabile elevamento chiamato *spina basilare (spina basilaris)*; da ciascun lato di quest'ultima se ne trova una più acuta, destinata alla inserzione del grande e del piccolo muscolo detti interni della testa. Tra essa ed il condilo si scorge un solco liscio, che riceve il legamento articolare. Internamente, la parte basilare è leggermente concava, e vi si scopre nel sito ove tocca la roccia un solco più distinto, talora nel destro lato talora nel lato sinistro, che alloga il seno petroso inferiore.

La *sostanza* dell'occipitale non ha la medesima spessezza dappertutto: le parti più grosse di quest'osso sono quelle nelle quali presenta tuberosità esternamente e nell'interno; le più tenui son quelle che coprono le due metà del cervelletto.

Notansi in quest'osso le seguenti aperture.

1.° Il gran *foro occipitale (foramen occipitale magnum)*, il quale ha per lo più figura ovale, dimodochè il suo diametro d'avanti in dietro supera in lunghezza quello dall'uno all'altro lato. Di rado è desso piuttosto rotondo che bislungo. Si compone dei quattro margini arcuati delle quattro parti dell'osso. Oltre la midolla spinale circondata dalla sua guaina meningea, esso lascia passare alcuni vasi sanguigni arteriosi e venosi di questa midolla, il nervo accessorio e le arterie vertebrali.

La parte condiloidea forma d'accordo con la roccia del temporale un foro considerevole chiamato *foro lacero posteriore (foramen jugulare s. lacerum)*, pel quale

passano la vena giugulare interna, il nervo glosso-faringeo, il decimo e l'undecimo paio di nervi cerebrali. In singolar modo varia la grandezza e la forma di questo foro (1). Talvolta il nervo glosso. faringeo è separato dagli altri da una laminetta ossea. Alcune volte ancora vi è nel davanti una incavatura semilunare speciale pel nervo accessorio.

3.° Al di sopra dei condili si trovano i *fori condiloidei anteriori (foramina condyloidea anteriora)*, corti canali ed assai larghi, che si dirigono obbliquamente di dentro in fuori, e che sono d'ordinario semplici, benchè si veggono frequentemente divisi per metà o in totalità, ed anche talvolta realmente doppii. Per via di essi esce dal cranio il nervo grande ipoglosso, e penetra comunemente ancora un'arteriuzza in siffatta cavità.

4.° Dietro i condili sono situati i *fori condiloidei posteriori (foramina condyloidea posteriora)*, attraverso i quali passano venuzze che si recano nei seni trasversi: talvolta anche lasciano essi penetrare arteriuzze destinate alla dura-madre, le meningee posteriori. L'incostanza di questi vasi fa che spessissimo manchi da un lato o da ambi i lati ad un tempo il foro condiloideo.

5.° Le aperture meno costanti sono i *fori mastoidei (foramina mastoidea)*, posti nell'unione dell'osso coll'apofisi mastoidea. Quando non mancano affatto, sono formati talora dall'occipitale, o dal temporale solo, talora da questi due ossi insieme.

Alcune volte si osservano nella cresta occipitale esterna uno o due fori, pei quali passano vasi sanguigni.

I seguenti muscoli si connettono all'occipitale; nella linea curva superiore, in alto il muscolo occipitale in basso il trapezio e parte dello sterno-cleido-mastoideo, infine immediatamente al di sotto di questo, parte dello splenio e del digastrico della nuca; nella linea curva inferiore il complesso, indi lateralmente il gran retto posteriore e l'obbliquo superiore della testa; al di sotto di essi la linea presenta da ciascun lato uno sfondo ineguale destinato alla inserzione del piccolo retto posteriore della testa. Degli attacchi del retto laterale e dell'obbliquo superiore della testa, non che di quelli del costrittore superiore della faringe vi è già fatto menzione.

B. osso sfenoide.

L'*osso sfenoide (os sphenoideum s. alaeforme s. sphenoidcum)* è situato nel mezzo della base del cranio. Lo si divide in *parte mediana* o *corpo*, ed *apofisi*, delle quali si distinguono tre paia, le *superiori* o *piccole ali*, le *mediane* o *grandi ali*, e le *inferiori* o *apofisi pterigoidee*.

Il *corpo (corpus)* o la continuazione della parte basilare dell'occipitale nell'adulto è la più voluminosa regione e si addossa all'etmoide. Esso offre d'avanti in dietro una lamina tagliente, il *becco dello sfenoide (rostrum sphenoidale)* che nasce talvolta dall'incontro dei *cornetti sfenoidali (cornua sphenoidea)*, si adatta pel suo margine superiore alla lamina perpendicolare dell'etmoide, vien ricevuto per l'inferiore tra le lamine del vomero, e concorre così a produrre il tramezzo delle fosse nasali: vi si applica il corno posteriore dell'osso palatino. Superiormente dal lato della faccia interna o cranica il corpo presenta uno sfondo concavo, destinato alla glandola pituitaria che si denomina *sella turcica (sella equina s. turcica s.*

(1) Autenrieth e Meckel trovarono il foro lacero più grande dal lato destro che dal sinistro lato nella donna; risulta più di frequente il contrario nell'uomo che non in quest'ultima. Generalmente il foro lacero destro è più considerevole del sinistro.

Ephippium). Questo sfondo è limitato in avanti da un rigonfiamento tubercoloso *(tuberculum sellae equinae)*, in dietro da una parte per lo più verticale *(dorsum ephippii)*, che figura comunemente un piano inclinato *(clivus)* posteriormente. Il dorso della sella si prolunga in due punte chiamate *apofisi clinoidi posteriori (processus clinoidei posteriores)*. Frequentemente pure nascono dalla base del rigonfiamento anteriore altre due apofisi *(processus clinoidei medii)* che rimangono quasi sempre piccole e si confondono colle *apofisi clinoidi anteriori (processus clinoidi anteriores)*. Queste ultime sono di considerevoli dimensioni, nascono per una radice stretta (1) e contribuiscono a circoscrivere il foro ottico. Talvolta le apofisi clinoidi posteriori ed anteriori sono riunite insieme; formano allora un anello intorno all'arteria carotide interna.

Sulla parete laterale della sella si scorge una depressione semicircolare o soltanto un vestigio dell'arteria carotide, che si estende dal basso in alto senza aver molta profondità, poi si piega e termina con una incavatura semilunare dell' angolo posteriore dell'aletta. Allorquando le apofisi clinoidi sono riunite insieme, si scoprono dietro il foro ottico altri due fori, destinati il posteriore all'arteria carotide e l'anteriore all'arteria oftalmica. Intorno alla glandola pituitaria posta nella sella turcica la dura-madre tesa al di sopra delle ossa forma il seno cavernoso.

Talvolta avviene che una laminetta parte dalla base al di sotto tra il foro rotondo e l'ovale, e si applica esternamente intorno all'arteria carotide interna, come si volesse prolungare in piramide verso l'orificio anteriore del canale di quest'arteria: quella si chiama *linguetta*, *(lingula)* ma alcune volte pure invece di questa laminetta si scorge un piccolo pezzo osseo perfettamente distinto ed insinuato nella dura-madre (2).

Sul rigonfiamento della sella turcica, che quasi sempre offre in alto un solco trasversale, posa il chiasma dei nervi ottici. Questo solco, il quale insensibilmente si dirige lateralmente in avanti ed alquanto in giù, finisce col continuare coi fori praticati in quelle radici delle alette che partono dal corpo dello sfenoide e destinati al passaggio dei nervi ottici e delle arterie oftalmiche. Nella loro origine o nell'indietro questi fori appariscono angolosi da due lati, principalmente in dentro; ma si tondeggiano a poco a poco secondo che si prolungano in avanti.

Il corpo dello sfenoide racchiude due cavità, l'una a destra l'altra a sinistra, che si addimandano *seni sfenoidali (sinus sphenoidei)*. Queste cavità sono separate da un sottile tramezzo verticale, ed al pari dei seni frontali variano assai in estensione ed in configurazione. Talora la destra e talora la sinistra ha più ampiezza che l'altra: qui appariscono divise in scompartimenti, colà si estendono dal basso in alto sino nelle alette; altrove all'opposto si prolungano sino al foro occipitale. Si aprono in avanti per un foro rotondo nel meato superiore delle fosse nasali. Alcune volte negli adulti si trovano sostituite da semplici cellette midollari. In certi casi non sono formate in giù che dai cornetti sfenoidali. Di rado esse comunicano colla cavità cranica per un foro esistente nella sella turcica.

Le *alette (alae superiores s. minores)* si estendono da ciascun lato. Larghe

(1) Le descrizioni dei notomisti diversificano alquanto tra loro in quanto concerne le apofisi clinoidi: laonde dice Krause che le anteriori nascono per due radici le quali lasciano tra loro il foro ottico. Ma egli è più esatto il risguardare la radice anteriore come appartenente alle alette. Io seguii nella descrizione gli antichi notomisti, di cui alcuni come Loehge fecero di questo difficile osso una pittura esatta vera e preferibile in certi punti a quella di Soemmerring. *(Nota di Wagner.)*

(2) Meckel, *De quinto pari*, p. 21. — Caldani *(Opusc. anat.*, Padova 1803, p. 43-48) tratta separatamente di questo pezzetto osseo, e ne dà un'ottima figura.

nella loro base, che risultano leggermente inclinate dal basso in alto, finiscono con una punta sottile nominata *apofisi ensiformi (processus ensiformis)*. È tenue il loro margine anteriore: si unisce per via d'una sutura lievemente dentata col frontale e l'etmoide. Il posteriore libero arcuato tagliente forma nella parte posteriore un angolo alquanto più grosso, talvolta ricurvato in uncino, per mezzo del quale si confonde coll'apofisi clinoide anteriore, e che concorre a produrre quest'ultima; esso segna il limite tra i lobi anteriori ed i lobi posteriori del cervello, e contribuisce pure alquanto a formare la parete superiore dell'orbita. La faccia superiore lascia ordinariamente scorgere il resto delle impressioni del lobo cerebrale anteriore. È liscia l'inferiore.

Le *grandi ali (alae majores)* partono dal corpo dell'osso che si va allargando dall'alto in basso. Esse riempiono lo spazio compreso tra il frontale il parietale ed il temporale. La *fessura sfenoidale (fissura sphenoidalis s. orbitalis superior)* obbliqua dall'alto in basso, e più larga al di dentro che al di fuori, le separa dalle alette. Il margine col quale delineano la parte inferiore di questa fessura è obbliquo. Da ciò ciascuna di esse si estende nel davanti e lateralmente, come fanno le alette, e si unisce nella parte anteriore ed in alto col frontale per una larga superficie triangolare e scabrosa, avanti ed in basso coll'osso del pomello, al di fuori ed insù col parietale per un piccolo margine circolare, finalmente in fuori ed ingiù colla parte squamosa del temporale per un altro margine semicircolare più esteso. Il margine superiore più breve si applica alla parte cartilaginosa della tromba di Eustachio, ed in pari tempo contigua alla roccia. Nella riunione dei margini esterno e posteriore, che succede sotto un angolo acuto, si nota un'apofisi diretta ingiù, e chiamata *spina sfenoidale (processus spinosus s. spina sphenoidalis)*, su cui sorge pur talvolta una laminetta ossea *(ala parva Ingrassiae)*. Internamente la grande ala è concava, e segnata di solchi e d'impressioni, che corrispondono tanto all'arteria meningea media, quanto a quelle delle circonvoluzioni del cervello, alle quali serve di sostegno. All'esterno è leggermente scavata, una specie di cresta irregolare la divide in due parti, una superiore più grande a cui si attacca il muscolo temporale, e l'altra inferiore più piccola, che serve alla inserzione del muscolo pterigoideo esterno. Nel lato interno essa presenta una superficie irregolarmente romboidale assai poco arcuata insù solamente, che forma la parte maggiore della parete esterna e posteriore dell'orbita. Il margine superiore di questa superficie forma la fessura sfenoidale con l'aletta, e l'inferiore la *fessura sfeno-mascellare (fissura spheno-maxillaris s. orbitalis inferior)* coll'osso mascellare.

Le *apofisi pterigoidee (processus pterygoidei)* continuazioni ad un tempo del corpo e delle grandi ali, si portano quasi direttamente dall'alto in basso, verso gli ossi mascellari superiori e i palatini o almeno si allontanano pochissimo di lato. Ciascuna di esse si trova penetrata nella parte posteriore da una cavità sempre più profonda, secondo che maggiormente si avvicina alla sommità dell'apofisi. Questa cavità destinata alla inserzione del muscolo pterigoideo interno porta il nome di *fossa pterigoidea (fossa pterygoidea)*. Essa finisce col dividere l'apofisi in due lamine, una interna più stretta e più grossa *(lamina interna)*, l'altra esterna più larga e più sottile *(lamina externa)*, che sono tra loro separate da un vacuo considerevole denominato *incavatura pterigo-palatina (fissura pterygo-palatina)*, nella quale la parte esterna dell'osso palatino si trova incassata in guisa, che si unisce alla lamina esterna per una sutura dentellata, ed all'interna per una sutura liscia. La lamina esterna offre una leggera concavità ed alcune asprezze per l'inserzione del muscolo pterigoideo esterno; termina all'indietro con margine tagliente e con una punta diversamente acuta. L'interna che discende in linea retta è guernita di ruvi-

dezze su quella delle sue facce che corrisponde alla fossa pterigoidea, mentre è liscia l'altra: finisce con un uncino rivolto obbliquamente indietro ed in fuori, e va fornito d'un bottoncino all'estremità che appellasi *uncino pterigoideo (hamulus pterygoideus)*. Questa lamina offre alla parte posteriore un solco *(sulcus pterigopalatinus)* pei nervi palatini superiori e l'arteria palatina superiore. Più vicino ancora alla sua base dà origine ad una lamina *(apophysis vaginalis)* che si applica ai cornetti sfenoidali, e nella quale s'insinua la parte superiore ed orizzontale del vomero.

Tra i fori e condotti dello sfenoide si noteranno i seguenti:

1.° Il *foro ottico (foramen opticum)*, situato nella base di ciascuna aletta e che dà passaggio al nervo ottico, come pure all'arteria ottalmica. È ordinariamente un largo canale lungo quattro linee. Egli è raro che l'arteria ottalmica passi per un foro speciale.

2.° La *fessura sfenoidale* o *orbitale superiore*, per la quale passano oltre i vasi sanguigni il terzo paio di nervi, il quarto il sesto ed il primo ramo del quinto.

3.° La *fessura sfeno-mascellare* o *orbitale inferiore*, che non è formata se non in alto e in fuori dal margine inferiore della grande ala, dà passaggio al terzo ramo del nervo del quinto paio.

4.° Il *foro rotondo (foramen rotundum)*, per cui questo stesso ramo nervoso esce dal cranio, è giustamente parlando un breve canale scavato nella base della grande ala, e diretto di dietro in avanti. Il più delle volte esso offre all'indietro un solco poco profondo *(sulcus nervi maxillaris superioris)*.

5.° Il *foro ovale (foramen ovale)* spesso molto allungato, talvolta anche affatto rotondo e di rado doppio, che si vede alla estremità posteriore ed inferiore della grande ala, diretto alquanto obbliquamente in fuori dà passaggio al terzo ramo del nervo del quinto paio.

6.° Fori vascolari incostanti nel lato interno del precedente.

7.° Il *foro spinoso* o *sfeno-spinoso (foramen spinosum)*, situato dietro il foro ovale e avanti la spina dello sfenoide serve al passaggio del tronco dell'arteria meningea media e d'una vena. Qualche volta è sostituito da un semplice solco, che non diviene vero foro se non per l'addossamento della roccia. Talvolta anche il foro destinato alla vena è distinto da quello dell'arteria.

8.° Il *condotto vidiano* o *pterigoideo (canalis vidianus s. pterygoideus)*, destinato ad un nervo ricorrente del secondo ramo del quinto paio, è situato al di sopra della radice della grande ala, spesso nella sua unione col corpo, e quindi al di dentro. Si dirige pressochè orizzontalmente di dietro in avanti e la sua lunghezza è di circa otto linee sopra uno sfenoide isolato; il suo orifizio anteriore risulta più largo e più apparente del posteriore.

9.° Di rado scorgesi nella parte orbitale o al di sopra un foro (1) pel quale un ramo dell'arteria meningea media ed una vena s'introducono nell'orbita, giacchè quasi sempre questi vasi passano per la fessura sfenoidale.

Pochi muscoli si connettono allo sfenoide: il pterigoideo interno alla fossa pterigoide, l'esterno alla faccia esterna della lamina esterna dell'apofisi pterigoide, il temporale alla faccia esterna della grande ala, finalmente il peristafilino esterno alla vicinanza dell'inserzione della tromba di Eustachio; il tendine di quest'ultimo muscolo si ripiega sull'uncino pterigoideo.

(1) Albino, tav. I, x; tav. 5, fig. 7, U.

L'osso basilare si articola con tutte le altre ossa del cranio e con diverse di quelle della faccia.

Nei bambini esso si compone di nove pezzi di cui quattro appartengono all'occipitale (parte squamosa, parti articolari e base), e cinque allo sfenoide (alette, corpi e grandi ali con le apofisi pterigoidi); la parte squamosa sembra come fessa nell'angolo lambdoideo. Verso il ventesimo anno avviene la riunione delle due ossa che si osserva costantemente nell'adulto.

Ossi temporali.

Gli *ossi temporali (ossa temporum)* (1) chiudono il cranio in basso nel mezzo e sul lato; essi contengono gli organi dell'udito.

Ciascuno di essi è separato: 1.° dall'occipitale e dallo sfenoide, parte per via d'una sutura, parte per un'armonia o per una massa legamento-cartilaginosa tra essi interposta; 2.° dal parietale per la sutura scagliosa; 3.° dall'apofisi zigomatica del malare per una sutura dentellata. L'osso mascellare inferiore vi è attaccato per via di legamenti.

Può esser diviso in due parti, che sono tra loro distinte nei bambini: la *parte squamosa (pars squamosa)*, e la *parte pietrosa (pars pietrosa, pyramis)*, chiamata altresì *roccia*. La *parte mastoidea (pars mastoidea)* che isolano alcuni notomisti non è che un'appendice della squamosa.

La faccia esterna di quest'osso è ineguale e ruvida in dietro, e si prolunga verso la base in una tuberosità chiamata *apofisi mastoidea (processus mastoideus)* che dà attacco al muscolo sterno-cleido-mastoideo, e che varia assai essendo concavata o arcuata, diversamente ottusa o appuntata, più o meno liscia o aspra, in vario grado piana o convessa, finalmente rivestita all'esterno d'una crosta variamente grossa. Le cellette che racchiude quest'apofisi presentano pure numerose varietà, giacchè sono talora piccole numerose e fittissime, talora grandi scarse e assai tra loro lontane (2). Queste cellette comunicano colla cassa del timpano (3). Nel lato interno dell'apofisi si osserva una profonda incavatura, la *scanalatura digastrica* o *mastoidea (incisura mastoidea)*, in cui s'inserisce il ventre posteriore del muscolo digastrico della mascella inferiore. Più in dentro se ne trova un'altra, che accoglie l'arteria occipitale (4). Tra queste due scanalature sorge una piccola tuberosità, che figura talvolta una seconda apofisi mastoidea. Al di sopra di quest'ultima apofisi regna una depressione poco profonda. Indi viene la parte squamosa propriamente detta, la cui superficie leggermente convessa presenta ineguaglianze derivanti dalle inserzioni del muscolo temporale, ed in certi individui anche alcuni vestigi dell'arteria temporale profonda. Dalla sua parte inferiore sorge l'*apofisi zigomatica* o *giugale (processus zigomaticus)*, la quale nata da una base larga, si torce presto talmente che le due sue facce dapprima orizzontali, divengono a poco a poco verticali. Di sotto la base di quest' apofisi si scorge in dietro una *cavità articolare* bislunga *(cavitas articularis)* che separa una fessura del condotto auditorio. In die-

(1) Albino, tav. oss. I, II, III (le due ossa articolate), tav. VI, (l'osso isolato). Egli rappresentò l'osso nel bambino. *Icon. oss. foetus*, t. III.

(2) Arnemann, *Bemerkuugen ueber die Dorchbohrung des processus mastoideus*, Gottinga 1792, tav. I e II.

(3) Bell attribuisce agli scavamenti dell'apofisi mastoidea l'uso di rinforzare il suono.

(4) Soemmerring s'inganna attribuendo a questa scanalatura l'attacco del muscolo piccolo complesso, che s'inserisce più in fuori ed in basso nell'apofisi mastoidea stessa.

tro a questa cavità sorge un tubercolo, e in avanti una tuberosità trasversale *(tuber articulare)*, di sotto la quale il condilo della mascella inferiore opera per mezzo di un disco cartilaginoso interposto. Questa tuberosità è alquanto più larga al di fuori che al di dentro, perchè l'estremità esterna corrispondente del condilo della mascella descrive nei suoi movimenti un circolo più grande di quello della estremità interna. La *fessura* che nominasi *screpolatura* o *scissura di Glaser (fissura Glaseri)*, è destinata al passaggio di un filetto nervoso che manda il facciale al ramo linguale del quinto paio *(corda del timpano)*, del tendine del muscolo esterno del martello, e di alcuni vasetti arteriosi e venosi. L'apofisi zigomatica si unisce all'osso del pomello per una sutura dentellata, e da ciò risulta un arco il cui margine inferiore più corto presenta dapprima una incavatura, indi nella sua congiunzione coll'osso malare un tubercolo, mentre il margine superiore più lungo alquanto ineguale ma tagliente, continua con quello dell'osso giugale per una superficie piana. Del resto la faccia esterna di quest'apofisi è meno liscia dell'interna.

La faccia interna del temporale offre nella parte squamosa dell'osso il margine che dapprima coperto dalla grande ala dello sfenoide, ricopre poi per larga superficie il margine inferiore del parietale. Vi si notano inoltre impressioni corrispondenti alle circonvoluzioni cerebrali, e vestigi dell'arteria meningea media.

La sostanza della parte squamosa è assai sottile in diversi punti.

Questa parte rimane separata dalla parte pietrosa in dentro ed in tutta la sua lunghezza da una traccia che persiste sino alla età più avanzata, e che somiglia quasi ad una sutura scagliosa.

La parte pietrosa obbliquamente diretta di dietro in avanti e di fuori in dentro prende la forma di piramide triangolare. Vi si distinguono tre facce, anteriore, posteriore ed inferiore, delle quali le due prime precisamente tra loro separate da un risalto angoloso sono visibili nell'interno del cranio.

La faccia anteriore si ristringe a poco a poco di dietro in avanti. Oltre a ciò contribuisce alla formazione del solco che accoglie un seno della dura-madre situato sull'osso basilare, essa offre ancora: 1.° l'orificio superiore del canale carotidiano, che descrive un arco nell'osso; 2.° quando non esiste la linguetta dello sfenoide, un pezzetto osseo di forma rotonda e totalmente separato; 3.° nel mezzo tra la parte squamosa e la roccia, la parte ossea della tromba d'Eustachio, come pure il condotto mezzo osseo e mezzo membranoso, che trovasi sopra di quest'ultima pel muscolo tensore del timpano; 4.° sopra di questo condotto, più insù ed in dentro un solco semplice o doppio conducente ad un foro *(hiatus canalis Falloppis)*, pel quale passano oltre de' vasetti sanguigni, il nervo pietroso superficiale procedente dal secondo ramo del quinto paio; 5.° più sopra una eminenza considerevole o talvolta un semplice elevamento trasversale *(eminentia arcuata)*, che dinota il sito del canale semicircolare superiore nascosto nella sostanza dell'osso. Del rimanente questa faccia è cosparsa d'ineguaglianze corrispondenti alle anfrattuosità del cervello. Sul margine superiore o immediatamente innanzi ad esso si trova una lunga depressione in forma di gronda che è il vestigio del seno pietroso superiore. Si scopre altresì più indietro quella del seno pietroso anteriore, ed ancora più avanti immediatamente sopra dell'orificio del canale carotidiano nella sommità della roccia, una incavatura semilunare o una depressione che riceve il quinto paio di nervi.

La faccia posteriore della roccia presenta una grande apertura, il *foro auditorio interno (meatus s. porus acusticus internus)* che conduce al *canale comune dei nervi dell'udito (canalis communis nervorum auditus)*. Questo canale destinato ai nervi facciale ed acustico, si dirige obbliquamente di dentro in fuori

e da dietro in avanti; un elevamento indica la separazione delle due paia di nervi; il nervo auditorio penetra nell'apertura inferiore, che è la maggiore, ed il facciale nella superiore, che è la minore. Quest'ultimo percorre poi un canale speciale e curvo fino alla sua uscita pel foro stilo-mastoideo. Al di dietro la faccia posteriore è concava per ricevere tanto il cervelletto quanto il seno trasverso, il cui solco poi si prolunga sull'osso occipitale. Comunemente nell'età anche più avanzata immediatamente sopra di quel canale e presso al solco destinato al seno pietroso superiore, si trova con fessura o un piccolo foro vestigio di uno stato di cose che esisteva nell'infante, allorquando la dura-madre penetrava in una specie di foro cieco al di sotto dell'arco del canale semicircolare superiore. Il sito del condotto semicircolare posteriore si trova indicato da un piccolo elevamento appena sensibile nell'adulto. Inferiormente circa cinque linee di sotto all'orlo del foro auditorio interno, si trova posto l'orificio dell'acquidotto del vestibolo, canale unico ed alquanto appianato (1), donde parte un solco che giunge al foro lacero posteriore. Questo canale riesce più difficile a scorgersi sopra un cranio non disarticolato che sopra un temporale isolato, a causa d'una laminetta ossea che ricopre. Finalmente la faccia posteriore della roccia termina con un grande scavamento *(fossa sigmoidea)*, che è l'estremità del vestigio del seno trasverso della dura-madre, e dove si scorge l'orificio interno delle cellette mastoidee. Quello scavamento termina nella parte anteriore con un margine arcuato che limita il foro lacero posteriore al di dentro ed inferiormente, e che talvolta offre pel passaggio del nervo accessorio una incavatura, la quale in certi soggetti è quasi convertita in foro o dallo stesso temporale o dall'addossamento dell'occipitale (2).

La faccia inferiore della roccia offre una lamina ossea che si ravvolge in certo modo su di sè stessa dal basso in alto per formare un tubo donde risulta il *condotto auditorio esterno (meatus auditorius externus)*. Questa lamina si prolunga in giù in un orlo diversamente lungo e diversamente ottuso, immediatamente dietro al quale si delinea l'*apofisi stiloide (processus styloideus)*, che esce da uno sfondo, come da una guaina qualche volta tagliuzzata sull'orlo. L'apofisi stiloide diretta ingiù ed in dentro, talora assai corta talora lunga più d'un pollice, diritta o curva, qualche volta diversamente storta e nodosa, finalmente in vario grado acuta od ottusa in certi soggetti, è interrotta da una e anche da due parti legamentose o cartilaginose. Si scorge talvolta nell'apofisi mastoidea o anche spesso tra il suo margine e quello dell'osso occipitale, un gran foro, o due o tre corti canaletti variabili per rispetto al numero alla forma ed alle dimensioni, pei quali il sangue passa dall'esterno della testa nel seno trasversale, come lo provano e la direzione e la maggiore ampiezza che offrono internamente *(canales mastoidei et foramen mastoideum posterius)* (3). È verisimile che questi fori, come molti altri analoghi che si veggono nel cranio, diano anche passaggio a vasi linfatici. Tra l'apofisi

(1) Cotugno, *De aquaeductibus auris*, tav. I. — Meckel, *Diss. de labyrinthi auris contentis*, Strasburgo, 1777, fig. 4, 5.

(2) *Spatium trigonum pro nervo glosso-pharyngeo*, di Kilian.

(3) Ordinariamente ma non costantemente esiste un foro mastoideo posteriore considerevole, pel quale passa sempre un grosso e corto tronco venoso, che va dalle vene occipitali al seno trasverso della dura-madre. Questo foro è generalmente vicino all'orlo della sutura che unisce il temporale all'occipitale, e talvolta si trova in questa medesima sutura, sicchè allora è formato in comune dalle due ossa. Siccome si trova posto assai alla superficie, così benissimo conviene il sito per la sottrazione immediata del sangue mediante le sanguisughe. Talvolta anche l'arteria meningea posteriore penetra per quel sito nel cranio, ed allora le ossa offrono vestigi del suo passaggio.

mastoidea e l'apofisi stiloide, ma più presso a quest'ultima, esiste il *foro stilo-mastoideo (foramen stylo-mastoideum)*, che è l'orificio esterno del canale destinato al nervo facciale. Innanzi all'apofisi stiloide e vicino ad essa si stende di fuori in dentro la fossa giugulare, destinata a ricevere il golfo della vena di egual nome, il nervo glosso-faringeo e l'accessorio: questa fossa è talora larga ed in pari tempo profonda, talora stretta e superficiale come l'incavatura del suo margine, pel rimanente della vena giugulare apparisce quando più e quando meno notabile dall'alto in basso. Alcune volte questa incavatura è talmente divisa da una laminetta ossea, che il nervo accessorio si trova per così dire separato dalle altre parti. Immediatamente innanzi alla fossa giugulare si trova l'ingresso del canale carotidiano, il quale non ne è separato che da una cresta. Finalmente tra la fossa giugulare ed il canale carotidiano sul margine anteriore, dove la faccia anteriore e la faccia posteriore si confondono insieme, si scopre l'orificio conico dell'acquidotto della coclea *(aditus ad acquaeductum cochleae)*, donde parte un solco che riesce nel foro lacero posteriore.

Indipendentemente dai fori e canali di cui fu già trattato, il temporale ne presenta ancora due, che non furono ben descritti se non ultimamente.

1.° Verso il mezzo circa della roccia, nel piccolo strato compreso tra la fossa giugulare il canale carotidiano e l'apertura dell'acquidotto della coclea, si trova una fossettina *(fossula petrosa s. apertura inferior canalis tympanici)*, nella quale sta il ganglio pietroso del nervo glosso-faringeo, ganglio donde parte un filetto nervoso che penetra nell'osso e percorre il *canale timpanico (canalis tympanicus)*, il quale riesce nella faccia superiore della roccia per una speciale apertura *(apertura superior canalis tympanici)*, fuori ed avanti al lato del Falloppio.

2.° Due piccolissime aperture *(aperturae externae canaliculi mastoidei)*, che si trovano immediatamente nell'ingresso del condotto auditorio esterno in una piccola fessura situata tra il suo orlo e l'apofisi mastoidea, e che conducono al condotto mastoideo *(canaliculus mastoideus)*, il quale s'imbocca nella parte inferiore del condotto del Falloppio, alquanto di sopra del foro stilomastoideo, presso all'apertura per cui passa la corda del timpano: quivi si trova il ramo auricolare del paio vago, che attraversa quelle aperture per giungere all'orecchio esterno (1).

La sostanza della roccia è oltremodo compatta e dura.

Nel neonato l'osso temporale ha tutt'altra forma che nell'adulto. Il laberinto è compiutamente sviluppato, come pure gli ossicini dell'udito; ma la parte squamosa è affatto separata dalla roccia: invece del condotto auditorio esterno, il quale nell'adulto forma un largo tubo osseo, non si scorge che un semplice anello osseo, in un solco del quale la membrana del timpano si trova incassata come un vetro d'oriuolo; la parte mastoidea riesce appena percettibile; la roccia le apofisi articolari e la cavità glenoide non sono ancora ben distinte; la roccia incompiuta lascia scorgere chiaramente il laberinto contenuto nel suo interno; di sotto al canale semicircolare superiore esiste uno scavo, nel quale penetra la dura-madre. Coll'età il laberinto sempre più si nasconde.

Al temporale si connettono i muscoli seguenti: il temporale il massetere lo sterno-cloido-mastoideo il piccolo complesso lo splenio il digastrico del collo ed il muscolo posteriore dell'orecchia. Dall'apofisi stiloide nascono lo stilo-glosso lo stilo-faringeo. I muscoli degli ossicini dell'udito sono situati con questi nella profondità della roccia.

(1) I due canali ed aperture furono esattamente descritti e disegnati da Arnold, in Tiedemann *Zeitschrift fuer Physiologie*, 1831, t. IV, p. 283, tav. XII, fig. 1-5.

Osso etmoide

L'*osso etmoide (os ethmoideum s. cribriforme)* (1), il più delicato di tutti quelli della testa, riempie il vuoto del frontale nel cranio, e concorre alla formazione dell'orbita. È separato per via di linee dal frontale nell'incavatura di quest'ultimo e nell'orbita, dagli ossi proprii del naso dalla parte superiore dello sfenoide nel cranio, e dal becco nella cavità nasale, dagli ossi mascellari superiori nell'orbita e nella cavità nasale, dagli ossi palatini di dietro nel naso, dal vomero dagli ossi unguis nella cavità orbitale e nasale, finalmente dai cornetti inferiori che talvolta vi si addossano.

Vi si distinguono una parte media e due parti laterali.

La *parte media* offre di sopra nel cranio l'*apofisi crista galli*, eminenza appianata lateralmente, il cui margine posteriore più o meno tagliente e talvolta inclinato a destra o a sinistra, si assottiglia e si abbassa a poco a poco, sinchè termina con una più notabile parte chiamata *apofisi sfenoidale (apophysis sphenoidalis)*, che tocca lo sfenoide: il suo margine anteriore presenta due alette, che coprono le fossette scavate nella parte inferiore della cresta frontale, concordemente colla quale talvolta accade che formi il foro cieco. A quest'apofisi si connette il principio della falce del cervello. Ordinariamente è dessa sprovvista di cellette midollari in dentro; ma talvolta anche porta una cavità che comunica coi seni frontali. Da ciascun lato si osserva una lamina orizzontale allungata e penetrata da fori, che porta il nome di *lamina crivellata (lamina cribrosa)*. Questa lamina riempie il vacuo che lasciano tra loro le porzioni orbitali del coronale. La lunghezza la larghezza la grossezza la situazione e la figura di essa variano. Giustamente parlando le parti laterali dell'etmoide non ne sono che prolungamenti, cosicchè dopo la separazione dell'osso non sempre si distingue precisamente da queste ultime. Finalmente la parte media discende verticalmente nella cavità nasale sotto la forma di lamina sottile spesso curvata, che talora oltrepassa i cornetti medii, e talora non va tanto in giù quanto essi; questa lamina chiamata *lamina perpendicolare (lamina perpendicularis)* costituisce la parte superiore del tramezzo delle fosse nasali; nella parte anteriore essa si applica alla spina nasale del frontale, e si estende anche sino alle ossa proprie del naso, nel caso in cui sia molto notabile la spina nasale in giù si fissa per un margine rigonfiato ed in certo modo spugnoso alla cartilagine formante il tramezzo del naso; di dietro è abbracciata dal vomero e addossata al becco dello sfenoide. Alcune volte si confonde al di dietro colle parti laterali dell'etmoide per formare congiuntamente con essa i *cornetti sfenoidali* o *cornetti di Bertin (cornua sphenoidalia)* (2).

Per lo più i cornetti di Bertin sono inseparabili dallo sfenoide. Spesso anche fanno corpo tanto con quest'osso quanto coll'etmoide. Di rado rappresentano pezzetti ossei lateralmente distinti che chiudono la cavità sfenoidale inferiormente. Ciò che v'ha di più raro si è che facciano esclusivamente parte dell'etomide, e che si separino con esso dallo sfenoide.

(1) Albino rappresentò quest'osso in sede (tav. oss. I, III, IV, V) ed isolato (tav. IV-V). Scarpa pure ne diede una eccellente figura nelle sue *(Annotat. anat.*, lib. 2, tav. 1 e 2). Albino lo disegnò sul bambino *(Icon. oss. foetus*, tav. 2).

(2) Questi cornetti sono frequentemente riuniti al vomero, per la qual cosa Santorini e Lieutaud considerano l'etmoide ed il vomero siccome non costituenti che un osso solo; Boehmer ne diede una esattissima figura *(Osteologia*, tav. 4).

Le *parti laterali* dell'etmoide, che chiamansi altresì *masse laterali*, o il *laberinto* di quell'osso, formano in alto ed in fuori un'unione di cellette; ma esaminandole di dentro e per di dietro, vi si scoprono due laminette ricurve che portano il nome di *cornetti etmoidali.*

Le *cellette etmoidali (cellulae etmoidales)* (1) variabili quanto al numero alla situazione alla configurazione alle dimensioni ed al modo di apertura, sono coperte e chiuse in alto da laminette ossee che loro sono proprie, ma principalmente dall'osso frontale. Sembra talora che ve ne sieno due, ed anche su certi punti tre sovrapposte. Dal lato esterno sono chiuse in parte dall'osso unguis, ed in maggior parte da una lamina ossea particolare che costituisce la parte interna dell'orbita, e conosciuta sotto il nome di *lamina papiracea (lamina papyracea).* Nella parte anteriore ove presentano più aperture sono chiuse dal frontale e dall'unguis, e comunicano quindi coi seni frontali. Nella parte posteriore sono circondate da una parete loro propria, ma principalmente dallo sfenoide ed anche pure talvolta dall'osso palatino. Al contrario in basso ed in dentro si aprono le anteriori nel meato medio delle ossa nasali, e le posteriori nel meato superiore (2). Infatti allorquando si considera l'osso etmoide per di dietro, si scopre una lama ossea che si distacca dalla metà circa della lunghezza delle masse laterali, e si porta indietro aggirandosi sopra sè stessa, in guisa da rivolgere la sua concavità verso il tramezzo e la sua convessità verso l'orbita. Questa lamina che termina spesso in un risalto spugnoso, vien chiamata *corneto superiore (concha superior s. os turbinatum s. spongiosum superius)* (3).

Un'altra lamina di quasi doppia lunghezza riunita nel davanti colla precedente ma da essa distinta nel di dietro, si porta egualmente in giù, ma presenta un risalto spugnoso più significante, e si aggira in senso inverso, vale a dire rivolge la sua concavità verso l'orbita e la sua convessità verso il tramezzo delle fosse nasali. È il *cornetto medio* che forma qualche volta sul lato una specie di vescichetta o di ampolla.

Dall'angolo inferiore della lamina papiracea discende una laminetta ricurva nel davanti come un uncino, che appellasi *piccola apofisi unciforme dell'etmoide (processus uncinatus minor),* e che situata davanti e di fuori, si adatta all'osso unguis (4). Un'altra laminetta costituente la *grande apofisi unciforme dell'etmoide (processus uncinatus major)*, che prende la forma di una stretta e sottile lamina spesso penetrata da piccoli fori, e curvata di dietro e di fuori discende in opposta direzione fra il cornetto medio e la lamina papiracea per giungere all'osso

(1) Le cellette etmoidali furono divise, giusta le particolarità descritte in questo paragrafo, in *anteriori* od *orbitali (cellulae orbitariae)*, *medie* o *frontali (cellulae frontales)*, e *posteriori* o *palatine (cellulae palatinae).*

(2) Haller ne diede esattissime figure *(Icon.*, fasc. 4. *Tab. narium internarum).* Ma anche di migliori se ne trovano in SOEMMERRING, *Abbildungen der Organe des Geruchs*, Francoforte, 1809, tav. V.

(3) È tale almeno l'apparenza dell'osso, sebbene quando è tutto ancora coperto dalla membrana pituitaria questo cornetto sembra curvarsi come il medio. Nello stato fresco si potrebbe credere all'esistenza di un quarto cornetto superiore agli altri tre, perchè la membrana mucosa forma una piccola piega. — *Vedi* SANTORINI, *Posth.*, tav. 4. — SOEMMERRING, *Abbildungen der Haerorgane*, tav. IV, fig. XVII, rappresentante il taglio delle fosse nasali ma specialmente le parti di profilo (tav. III, fig. 11.)

(4) Quest'apofisi, la quale certo esiste comunemente e che Albino aveva già descritta, viene ammessa da Soemmerring e Meckel. E.-H. Weber e Krause non ne fanno cenno. M.-G. Weber ne diede una esatta descrizione. Essa varia talmente che sembra realmente esservi dell'arbitrario nella sua ammissione.

l'osso mascellare superiore ed al cornetto inferiore, coi quali si unisce per una estremità dentellata, ch'entra altresì alquanto in rapporto coll'osso unguis.

La superficie delle laminette che formano le cellette ed il tramezzo nasale sono quasi lisce; si scorgono solo alcune leggiere impronte di vasi e nervi; ma la superficie dei cornetti che corrisponde al naso è piena di piccoli fori e di canaletti, oltre che pure presenta diverse vestigia di vasi.

I fori della lamina crivellata possono essere riferiti da ciascun lato a due serie, l'una interna l'altra esterna. Quelli della serie esterna conducono i rami del nervo olfattorio alle masse laterali, nei canali dei cornetti superiore e medio (1). Quelli della serie interna lungo l'apofisi crista galli sono sette a nove, e danno passaggio ai nervi del tramezzo (2). Tra questi ultimi l'anteriore comunemente si distingue per la sua forma bislunga, che gli dà somiglianza di fessura. Guardando più davvicino si vede che sono giustamente parlando gli orificii di canaletti cortissimi, che si scorgono più distintamente nella faccia inferiore della lamina crivellata. Nel davanti si scoprono più piccoli fori tra quelle due serie dei grandi. Alcuni dei canaletti sono talmente corti che la loro lunghezza supera appena la grossezza della lamina crivellata: però essi conducono obbliquamente in alcuni canaletti più lunghi. Altri canaletti si stendono attraverso la lamina perpendicolare, e tra questi ultimi, gli anteriori che sono i più corti hanno direzione obbliqua di dietro in avanti; i mediani discendono per la maggior parte in linea retta, ed hanno mediocre lunghezza; i posteriori sono obbliqui davanti in dietro, e divengono a poco a poco sempre più lunghi. Alcune volte però ve ne sono alcuni nel numero che si distinguono dagli altri per la loro maggiore lunghezza. I canaletti che sono la continuazione dei fori della serie esterna, non si fanno discernere che sul lato rivolto verso il tramezzo nasale; alcuni sono corti, e gli altri sì lunghi che arrivano sino all'orlo inferiore del cornetto medio. I più si dirigono davanti in dietro. Indipendentemente da essi il cornetto medio presenta pure una coppia di solchi trasversali, i quali sono destinati a ramificazioni del secondo ramo dei nervi del quinto paio.

I fori comuni che esistono nell'orbita e nel lato interno del frontale *(foramina etmoidea)*, furono descritti in occasione di quest'ultimo osso.

Nel Bambino a termine l'etmoide non è ancora se non molto incompiutamente sviluppato: tutta la parte media non si ossifica se non dopo la nascita, e le masse laterali prendono ancora sì poco sviluppo, che la parete interna e la parete esterna quasi si toccano; la lamina crivellata non ha che la consistenza di una membrana cartilaginosa, e la sua larghezza assoluta supera anche quella che si vede nell'adulto; essa si restringe secondo che coi progressi della evoluzione le pareti interna ed esterna delle masse laterali si allontanano l'una dall'altra. La parte mediana o la lamina perpendicolare e l'apofisi cristagalli, non si formano e non si ossificano che negli ultimi sei mesi del secondo anno. Inferiormente la lamina perpendicolare rimane cartilaginosa per tutta la vita. L'etmoide si compone dunque ancora nel bambino di tre parti, la mediana e le due masse laterali.

Anomalie. Non è cosa rara il trovare la lamina papiracea divisa in parecchie piccole laminette.

(1) Furono benissimo rappresentati da Scarpa (tav. II, fig. I); però questi canaletti superficiali non sono egualmente sensibili in tutti i cranii.

(2) *Vedi* rispetto ad essi, l'opera di Scarpa.

ARTICOLO II.

DELLE OSSA DELLA FACCIA.

Ossi mascellari superiori.

Gli *ossi mascellari superiori (maxillae superiores, ossa malae)* (1) sono i più considerevoli delle ossa della faccia. Tutti gli altri, tranne la mascella inferiore, non ne sono per così dire che appendici. Essi assai contribuiscono alla formazione delle cavità orbitali e nasali, formano in gran parte le gote ed il palato, e sostengono la fila superiore dei denti.

Ciascuno di essi è separato dal frontale per via d'una sutura, dall'etmoide dall'unguis e dall'osso proprio del naso per una linea, dall'osso palatino per via di linee e suture, dall'osso giugale per una sutura, dal mascellare superiore opposto per una sutura, dal cornetto inferiore per linee, e dal vomero per un'armonia.

Si divide in corpo ed in apofisi frontale o nasale, malare, alveolare e palatina.

Quattro facce ponno essere ammesse nel corpo, l'esterna o facciale, la superiore o orbitale, l'inferiore o palatina, e l'interna o nasale.

La *faccia esterna* o *facciale* o *malare (facies malaris)* la più estesa di tutte offre in giù un risalto rotondo *(limbus alveolaris)*, su cui degli elevamenti massime nel davanti indicano le radici dei denti contenute nel suo interno. Di dietro forma un angolo sagliente chiamato *tuberosità mascellare (tuberositas maxillaris)* (2), che presenta non solo solchi e fori per i vasi ed i nervi dei denti posteriori, ma eziandio rugosità serventi all'attacco del muscolo buccinatore. Congiuntamente coll'apofisi malare, che offre dapprima ruvidezze destinate alla inserzione del muscolo massetere, e che poi si prolunga per una incavatura semilunare in una cresta rotonda, questa medesima faccia produce il più delle volte una depressione *(fossa maxillaris)* di rado sostituita da un elevamento, di sotto la quale si scorge l'orificio del canale sotto-orbitale. Di sopra ed innanzi a questo orificio si scopre una sutura, che è la continuazione della fessura del condotto sotto-orbitale. Di dentro essa forma la metà dell'ingresso delle fosse nasali *(apertura pyriformis)*, per via di un orlo tagliente che si prolunga anteriormente in una spina. Finalmente verso la parte superiore termina coll'*apofisi nasale* (3) o *ascendente (processus adscendens s. nasalis)*, che risulta leggermente concava, e presenta piccoli fori e solchi vascolari; quest'apofisi di cui la forma il volume e la grossezza variano all'infinito, dinota mediante un orlo rotondo o angoloso o anche arrovesciato in sotto, la parte diversamente grande che prende alla formazione dello scavo destinato al sacco lacrimale, e cui è raro che sola essa produca.

La *faccia inferiore* o *palatina (facies palatina)* presenta nella parte esterna ed elittica del suo circuito gli alveoli destinati alle radici di otto (o di rado di nove)

(1) Albino li rappresentò in sede (tav. oss., I-IV) e nel bambino *(Icon. oss. foetus*, tav. 5).

(2) Questa tuberosità corrispondente all'angolo della mascella inferiore, comporta coi progressi dell'età una trasformazione analoga a quella di quest'ultimo.

(3) Non è raro che la parte dell'osso mascellare che concorre a formare il canale lacrimale, costituisca un pezzo osseo distinto, il quale non tiene d'altronde all'osso che mediante una sutura armonica (G.C. Rosenmuller, *Organorum lacrymalium descriptio anatomica,* Lipsia, 1797).

denti (1). L'alveolo del primo incisore è più grande più profondo e più elevato, e generalmente anche più rotondo di quello del secondo. Il terzo che ricetta il canino, il più profondo ed il più acuminato di tutti, è per solito appianato, come si volesse dividere. Il quarto ed il quinto, devoluti al primo ed al secondo molare, sono egualmente appianati ed alquanto più larghi innanzi; talora l'uno e talora l'altro riesce doppio. Il sesto appartenente al terzo molare come pure il settimo è triplice, di rado quadruplo, talchè i due suoi più piccoli scompartimenti si trovano di fuori, e di dentro al maggiore. L'ottavo, che più varia, è comunemente triplo talvolta doppio di rado semplice; manca in taluni. Del resto gli alveoli posteriori ed i loro tramezzi sono assai più spugnosi degli anteriori. Il rimanente della faccia palatina risulta quanto più quanto meno convesso ruvido e penetrato da fori; qualche volta è talmente rugoso massime al di dietro, che i vasi ed i nervi vi si trovano attorniati da un vero anello osseo. Nella parte anteriore notasi una fessura che separa totalmente l'apofisi palatina al di dentro, discende obbliquamente davanti in dietro attraverso il foro palatino anteriore, e scompare nella direzione dello spazio compreso fra il dente incisore ed il canino, di rado in quella dell'intervallo esistente fra il canino ed il primo molare. Da ciò risulta che questa regione dell'osso somiglia fino ad un certo punto all'osso intermascellare degli animali (2). Essa riesce per solito più facile a distinguersi nei giovani che negli attempati. Di rado si vede partire da questa fessura un'altra fenditura che si porta innanzi tra il primo ed il secondo dente incisore (3), oppure un'altra che si dirige in dietro, o finalmente due dirette l'una in avanti l'altra in dietro. Di rado pure si estende la fessura sino al lato interno, attraverso la grossezza di tutta l'apofisi nasale (4). L'osso mascellare superiore si unisce al suo congenere pel margine

(1) La parte delle pareti di quegli alveoli che corrisponde al di fuori riesce più sottile o più debole dell'interna, circostanza importante a conoscersi nella pratica dell'arte del dentista.

(2) Per altro l'osso intermascellare degli animali in ciò differisce che nell'uomo nello stato normale non offre mai il menomo vestigio di fessura o di sutura tra gli alveoli, e nemmeno nella faccia esterna o anteriore dell'osso mascellare tra i denti incisori. In un embrione di tre mesi, dice Soemmerring d'avere scorti i primi vestigi del pezzo osseo separato nella faccia palatina da quella fessura. Dall'essere quel pezzo, egli aggiunge, qualche volta distinto nei casi di labbro leporino, non si ha diritto di concludere che l'osso intermascellare appartiene alla struttura normale dell'uomo, come a quella degli animali. La seconda edizione racchiudeva questo passo: « L'ingegnoso tentativo di Goethe per provare, giusta l'anatomia comparata, che l'osso intermascellare è del pari proprio all'uomo ed agli animali, meriterebbe esser fatto di pubblica ragione ». Questo passo fu cancellato da Soemmerring in un esemplare manoscritto. Goethe dava molta importanza alla sua opinione, e si sa, giusta la corrispondenza di Meckel, come egli su di ciò si espresse riguardo a Soemmerring. La sua memoria di cui una gran parte era già scritta nel 1786, comparve nel volume decimo dei *Nov. act. Acad. nat. cur.* (Bonn, 1831). Si può applicare a questa ipotesi ciò che fu detto rispetto all'osso basilare ed alla formazione del cranio per via di vertebre. Non esiste vero osso intermascellare nell'uomo; ma se ne trova realmente uno nelle prime settimane della gravidanza (verso la metà del secondo mese), e spesso anche il palato osseo offre per tutta la vita una sutura incompiuta, di cui non sono rari i vestigi dietro ai denti incisori ed al condotto palatino. *Confronta* una memoria di M.-G. Weber sull'osso intermascellare dell'uomo e sulla formazione della scissura del palato, nelle *Notizen* di Froriep (1828 gennaio p. 281). Questo notomista riconobbe che mediante l'acido azotico o solforico allungato, si perviene ancora a separare quasi interamente l'osso intermascellare nei bambini di uno e due anni.

(3) Albino, *Annot. acad.*, lib. I, tav. IV, fig. 2, *c. d.*

(4) Rosenmuller *(Diss. de varietatibus ossium,* Lipsia, 1804) offrì una eccellente figura di tale caso.

interno della sua parte palatina. L'incavatura che offre il margine posteriore di quest'ultima è riempita dall'osso palatino.

La *faccia interna* o *nasale (facies nasalis)* lascia scorgere nell'apofisi ascendenti fori e solchi vascolari, ed una leggera depressione che concorre a coprire le cellette anteriori dell'etmoide. Vi si osserva pure nel davanti il margine a cui si applica l'osso proprio del naso, indi in alcuni una cresta trasversale rugosa, alla quale si adatta il principio dell'uncino e del cornetto medio dell'etmoide. Di dietro e di fuori tra due orli arrovesciati si vede il solco diversamente profondo, che è destinato al canal nasale. Questo solco alquanto più largo nella sua parte inferiore che nella superiore, porta il nome di *gronda lacrimale*; si dirige obbliquamente di dentro in fuori e dalla parte anteriore alla posteriore; qualche volta è tale la sua profondità che gli orli arrovesciati quasi giungono a toccarsi, ed allora il canale si trova formato dall'osso mascellare superiore quasi che solo, senza il concorso del cornetto inferiore. Notasi altresì sulla faccia nasale dell'osso una cresta rugosa su cui posa il cornetto inferiore, e che si trova tanto in su qualche volta situato che rappresenta l'estremità della gronda lacrimale. La parte interna di questa faccia è assai ineguale, ed offre la larga ed irregolare apertura del seno mascellare. Scopronsi talvolta nell'orlo di questa apertura dal lato dell'orbita degli sfondi, i quali riuniti ad altri corrispondenti dell'etmoide producono cellette (1). La faccia interna descrive poi una concavità sulla quale non si scorgono che alcuni vestigii di vasi, e continua col soffitto delle fosse nasali, di cui la parte anteriore, alquanto più stretta che la posteriore, presenta una fessura conducente al canale situato dietro ai denti incisori. Finalmente si distingue la superficie lamellosa e dentellata per la quale l'osso si unisce al suo congenere, e che meno alta di dietro che nel davanti, s'innalza da quest'ultimo lato in una cresta *(crista nasalis)* terminata anteriormente con una spina *(spina nasalis anterior)* curvata dall'alto in basso. Tale cresta riunendosi a quella dell'altro osso mascellare, forma un solco più largo in avanti che in dietro, la cui parte posteriore, che è la più estesa, riceve il vomero, mentre l'anteriore più corta riceve la cartilagine nel tramezzo del naso (2).

Il *seno mascellare* o *antro di Highmoro (sinus maxillaris s. antrum Highmori)*, di cui spesso già si scorgono vestigii nell'embrione, ma che pur frequentemente non diventa visibile che dopo la nascita, è la più considerevole di tutte le cavità esistenti nelle ossa della testa; ma varia infinitamente la sua configurazione. Vi si osserva qualche volta di sotto alla sua parete orbitale una cresta che talvolta anche diviene un vero tramezzo, e nella sua base gli elevamenti più o meno rilevati, ma alcune volte insensibili dei tre ultimi denti molari di cui non è raro che penetrino le radici in tale cavità. In alcuni il seno è molto stretto in avanti, ove le sue pareti interna ed esterna sembrano per così dire addossate. La sua parte interna porta alcuni solchi, che ricevono vasi e nervi. Esso si apre nel meato medio delle fosse nasali per un orificio che l'etmoide l'osso palatino ed il cornetto inferiore restringono molto. Qualche volta quest'orificio è doppio (3). Del resto il seno mascellare è comunemente formato d'una lamina ossea sottile la quale non ha una maggiore grossezza se non verso il margine alveolare e nel punto corrispondente allo spigolo rotondato che discende dall'apofisi malare (4).

La sostanza dell'osso mascellare superiore non contiene cellette midollari che

(1) HALLER, *Icon.*, fasc. 4, *tab. narium internar.*, fig. 2, *o, o*; *Cellulae orbitariae.*
(2) VAN DOEVEREN, *Observ. anat.*, p. 197.
(3) MONRO, tav. 9, fig. 2.
(4) MORGAGNI, *Advers. anat.*, I, p. 38; adv. VI, p. 116.

nei punti in cui quest'osso ha maggiore grossezza, così nella base dell'apofisi ascendente, e in avanti di sotto all'apertura delle fosse nasali, perchè l'apofisi palatina è più grossa in avanti, e si assottiglia a poco a poco come si porta di dietro.

Si distinguono in quest'osso i seguenti fori e canali:

1.° Il *canale sotto-orbitale (canalis infra-orbitalis)* serve pel passaggio del nervo dello stesso nome, procedente dal secondo ramo del quinto paio.

2.° Il *condotto palatino anteriore* o *incisivo (canalis incisivus)* pel passaggio di una ramificazione del secondo ramo del quinto paio (nervo parabolico scoperto da Cotugno, e detto nasopalatino da Scarpa) e di alcuni vasi sanguigni che stabiliscono una comunicazione tra i vasi delle fosse nasali e quelli del palato. Questo canale talora è assai largo, e talora molto stretto. In alcuni contribuiscono le due ossa a formarlo in tutta la sua estensione o soltanto nella sua origine; in altri ciascun osso ha il proprio canale in avanti, ed in oltre o in avanti o in dietro, o anche ad un tempo in avanti e in dietro un condotto mediano comune, dimodochè allora sul cranio articolato si scorgono di sotto quattro fori.

3.° Il *canale lacrimale (canalis lacrymalis)*, alla formazione del quale concorre più che alcun altro l'osso mascellare.

4.° Un debole solco non sempre distinto contribuisce con l'osso palatino e l'apofisi pterigoide dello sfenoide a produrre il *canale pterigo-palatino esterno (canalis pterygo-palatinus exterior)*, destinato alle ramificazioni del secondo ramo dei nervi del quinto paio.

5.° Alquanto più sopra si trova la *fessura orbitale inferiore (fissura orbitalis inferior)*, compresa fra la grande ala dello sfenoide e l'osso mascellare.

I muscoli che si attaccano a quest'osso sono i seguenti: l'orbicolare delle palpebre l'obbliquo inferiore dell'occhio, una parte del temporale del pterigoideo esterno e del buccinatore, l'elevatore dell'ala del naso e del labbro superiore il canino ed il mirtiforme.

Nel bambino a termine l'osso mascellare superiore già offre le parti che furono testè descritte; esso è però più largo che alto, e specialmente schiacciato di sotto all'apofisi malare. Le sue parti più sviluppate sono la superficie orbitale e l'apofisi ascendente, le quali sono anche quelle che meno crescono colla età. La parte lacrimale dell'apofisi ascendente in unione della gronda lacrimale è spessissimo diversamente separata dal rimanente dell'osso per un solco, e sembra costituire un osso a parte (1). Non si scorgono che sei alveoli i quali, sebbene non racchiudano che i principii dei denti incisori del canino e di due molari, sono pure grandissimi in proporzione. Questi alveoli si distinguono all'esterno per elevamenti rotondi *(juga alveolaria)*, massime nei bambini non a termine. Ciò principalmente avviene per l'alveolo del canino, che trovasi posto a certa altezza tra il secondo incisore ed il primo molare, ove non è coperto che d'una sostanza porosa tenue e frequentemente penetrata da larghi fori. Il seno mascellare è molto piccolo, e non vi ha ancora scavo di sotto all'orbita. Tutti gli orli sono meno dentellati, il canale sotto-orbitale risulta più largo, meno larga la cavità nasale ed il suo soffitto, non già concavo come nell'adulto ma convesso perchè i denti incisori non sono an-

(1) Quel pezzo osseo che forma la gronda lacrimale costituisce, come l'osso intermascellare, un pezzo totalmente distinto nei primi periodi della gestazione. La sua separazione primitiva è anche frequentemente indicata nell'adulto da un solco profondo ed un vestigio di sutura, che si stende dalla sommità dell'apofisi ascendente sino all'orlo inferiore dell'orbita. M.-G. Weber dà a quel vestigio il nome di *sutura longitudinalis imperfecta.* Talvolta il pezzo rimane separato per tutta la vita, e forma allora ciò che certi notomisti chiamarono l'*osso lacrimale esterno (os lacrymale externum).*

cora sviluppati. Nell'orlo alveolare avvengono i maggiori cangiamenti, come si vedrà quando sarà trattato dei denti. Anche dopo il settimo anno non solo quest'orlo è basso e non orizzontale di dietro, ma altresì convesso, sicchè parrebbe dovere i denti spuntare in dietro e non in basso. Le differenze adunque che si notano tra la faccia del bambino quella dell'adulto e quella del vecchio, dipendono specialmente dalle diversità che presenta l'osso e dal suo graduale sviluppo.

Ossi palatini.

Gli *ossi palatini (ossa palati)* (1), che sono per così dire il compimento dei mascellari superiori in dietro, concorrono alla formazione del palato delle fosse nasali e delle orbite.

Sono tra loro separati per via di una sutura, dai mascellari per suture e linee, dalle apofisi pterigoidi dello sfenoide per armonia, dall'etmoide per suture, finalmente dal vomero e dalla parte posteriore dei cornetti inferiori per una linea (2). I loro margini s'incastrano in tanti varii modi con quelli dei mascellari, sicchè riesce molto difficile il separarneli senza infrangerli.

Ciascuno di questi ossi può essere diviso in due parti una orizzontale e l'altra perpendicolare; frequentemente anche si distingue in quest'ultima una parte o apofisi orbitale.

La *orizzontale (pars horizontalis s. palatina)*, chiamata pure *parte palatina* o *base* dell'osso, è più o meno quadrangolare, e talmente unita alla parte palatina dell'osso mascellare superiore, che ne forma per così dire la continuazione. La sua faccia inferiore considerata in generale è diritta, ma molto meno tubercolosa e porosa di quella del mascellare, e vi si scorge una cresta tagliente o rugosa. Del resto questa parte dell'osso palatino risulta più sottile nel mezzo più grossa di fuori e di dentro. Il suo margine posteriore è tagliente ed incavato a semiluna: nell'incontro dei due ossi esso si prolunga posteriormente in una punta chiamata *spina nasale posteriore (spina palatina s. nasalis posterior)*. Il margine interno e dritto, pel quale si unisce ciascun osso al suo congenere mediante una sutura alquanto più alta in avanti che di dietro, s'innalza superiormente, vale a dire dalla cavità nasale, in una cresta *(crista palatina)*, che serve alla unione col vomero; inferiormente o dal lato del palato i due margini esterni producono col loro addossamento un elevamento meno considerevole. Il margine anteriore si articola coll'osso mascellare per una sutura, la quale per altro veduta dal lato delle fosse nasali, non apparisce che come una semplice fessura.

La base si ricurva di dentro in fuori e dal basso in alto, per continuare colla *parte verticale (pars perpendicularis)*, la quale è più larga ma più sottile, e che adattandosi internamente al lato interno del mascellare superiore, assai restringe posteriormente l'apertura dall'antro di Higmoro. Comunemente questa parte orizzontale termina in alto con un pezzo osseo chiamato orbitale, di dietro con una specie di corno. Quella delle sue facce che corrisponde alla cavità nasale è separata per via di una cresta alquanto obbliqua dal basso in alto, ed a cui si adatta il cornetto inferiore in due metà l'una superiore l'altra inferiore. Del resto

(1) Albino li rappresentò a lor posto *(Tab. ossium*, t. I-V), e nel bambino (*Icon. ossium foetus*, tav. V).

(2) A rigore le connessioni degli ossi palatini colle ossa vicine non sono suture propriamente dette, ma semplici armonie. Solo tra di loro questi ossi si uniscono sulla linea mediana mediante una forte sutura.

essa non si limita a restringere l'orificio dell'antro di Highmoro colla parte superiore del suo margine anteriore, anzi sembra questo margine stesso essere in certo modo incastrato tra le due lamine del mascellare superiore, le quali formano la parte inferiore di quell' orificio.

Di dietro in fuori ed in basso le parti orizzontali e verticali formano congiuntamente l'*apofisi piramidale* o *pterigoidea* (*processus pyramidalis*), chiamata altresì tuberosità dell'osso palatino, specie di piramide lunga acuminata ed a larga base, che si adatta fra le lamine dell'apofisi pterigoide dello sfenoide e dell'osso mascellare superiore. Qualche volta manca affatto quest'apofisi nell'osso palatino, e dalla tuberosità del mascellare se ne distacca un'altra, che la sostituisce prendendo d'altronde la stessa forma e le medesime connessioni.

In dentro ed in basso paralellamente alla linea ascendente su cui si adatta il cornetto inferiore, se ne scopre una seconda pel cornetto medio.

L'*apofisi orbitale* (*processus orbitalis*) forma la sommità della parte verticale. È dessa totalmente cava, e varia molto per rispetto alla sua configurazione. Incomincia con una parte assai stretta e tenue, ma presto cresce in volume, e quando è compiuta presenta un lato esterno liscio diversamente largo per lo più quadrato, ma talvolta anche triangolare, che fa parte del soffitto dell'orbita. Il suo margine superiore si unisce coll'osso mascellare mediante una sutura; l'interno coll'etmoide ed il posteriore collo sfenoide; è liscio l'esterno, ed appartiene all'orlo anteriore della fessura sfeno-mascellare. La sua maggiore cavità situata in dietro comunica colle fosse nasali: concorre pur essa mediante uno sfondo aperto innanzi a chiudere una celletta dell'etmoide, o per via di una più ampia celletta, offrente quasi sempre sull'osso isolato una larga apertura rivolta indietro, a serrare il seno sfenoidale; talvolta è quasi interamente chiusa questa medesima celletta e non comunica col seno dello sfenoide che per un piccolissimo orificio. In alcuni manca affatto l'apofisi orbitale, ovvero è sostituita da un'apofisi del mascellare superiore scavata dal lato dell'etmoide, di cui chiude le cellette; in altri casi si trova supplita da un pezzo dell'etmoide.

Alquanto indietro e di sotto dell'apofisi orbitale nasce l'*apofisi sfenoidale* (*processus sphenoideus*), tra la quale e la precedente si scorge una incavatura profonda o un largo foro chiamato foro sfeno-palatino.

I principali fori e condotti dell'osso palatino sono:

1.° Il *canale palatino posteriore* (*canalis palatinus posterior*), gronda formata in comune dall'osso palatino e dal mascellare. A questo condotto mena un foro considerevole, che esiste nella faccia inferiore della parte orizzontale immediatamente nel sito in cui si piega questa per continuare colla parte verticale.

2.° Il *canale pterigo-palatino* (*canalis pterygo-palatinus*), semi-gronda situata nella parte posteriore, che discende obbliquamente in fuori dalla tuberosità dell'osso palatino all'apofisi sfenoidale, e che l'apofisi pterigoide dello sfenoide converte in compiuto canale. La tuberosità è inoltre bucata da moltiplici, e varii fori. Queste aperture servono al passaggio di vasi e di nervi.

3.° Il *foro sfeno-palatino* (*foramen spheno-palatinum*) situato in tutto il cranio di dietro e di sotto alla fessura sfeno-mascellare (1).

(1) I manuali di anatomia offrono per solito della confusione nelle loro descrizioni dei canali e delle aperture dell'osso palatino, massime in quanto concerne la nomenclatura, giacchè spesso avviene a cagion d'esempio che il canale palatino posteriore sia chiamato malamente canale pterigo-palatino, siccome fece Soemmerring stesso. Ecco come questo autore descrive i fori situati dietro il palatino posteriore, quelli massime che penetrano la tuberosità dell'osso, e le variazioni loro: dietro il canale che appar-

I seguenti muscoli prendono la loro inserzione nell'osso palatino: lo sfeno-salpingo-stafilino, l'azigos dell'ugola, e parte dei pterigoidei interno ed esterno.

Nel bambino a termine l'osso si compone bensì d'un pezzo solo; ma si trova ancora molto incompiuto il mascellare superiore a cui si applica. L'apofisi orbitale è la porzione che riceve il maggiore sviluppo. La parte orizzontale offre una larghezza considerevole nella sua congiunzione con quella del lato opposto, risulta molto scavata in avanti nella sua unione col mascellare.

Ossi malari

Gli *ossi malari* o *del pomello (ossa jugalia s. malae, s. zygomatica)* (1) formano le orbite in fuori, danno la forma alle gote, e contribuiscono ad unire i mascellari superiori di fuori con alcune ossa del cranio, come il frontale lo sfenoide ed il temporale.

Ciascuno di essi è separato per una superficie dentellata dall'apofisi malare del mascellare, e per alcune suture dall'apofisi zigomatica del temporale, dall'apofisi giugale del frontale, e dalla grande ala dello sfenoide.

Vi si distingue una faccia esterna una superiore ed una posteriore.

La *faccia esterna* o *facciale (planum externum)* è in certo modo romboidale debolmente convessa in avanti e piana di dietro nell'adulto. Il suo margine superiore semicircolare fa parte del risalto dell'orbita. L'inferiore è doppio in avanti, di dietro più sottile e presenta delle rugosità variabili secondo gl'individui, che dipendono dalla inserzione del muscolo massetere. Il posteriore ha più o meno la forma di una S romana; dentellato nella sua parte superiore, per la quale tiene al frontale; è poi molto rotondo e qualche fiata munito d'un angolo volto in su; verso giù riappare dentellato per unirsi all'apofisi zigomatica del temporale; vi si connette l'aponeurosi che ricopre il muscolo temporale.

La *faccia superiore* o *orbitale (planum orbitale)* è concava liscia e compresa tra i margini esterno ed interno. Col suo margine esterno, che rappresenta il margine superiore della faccia precedente, essa confina con quest'ultima. La parte superiore del suo margine posteriore forma dapprima una superficie dentellata, che si articola col frontale, talchè questo si trova in avanti; le dentellature seguenti si articolano colla grande ala dello sfenoide, la quale all'opposto ricopre l'osso malare indi viene un piccolo spazio circolare che limita in avanti la fessura sfeno-palatina; l'ultima porzione risulta obbliqua e posa sull'osso mascellare.

La *faccia posteriore* o *temporale (planum temporale)* è quasi liscia, fuorchè in una piccola estensione triangolare, per la quale si articola coll'osso mascellare.

tiene in comune all'osso mascellare ed al palatino, questo ne presenta qualche volta un altro più piccolo suo proprio, o quel canale si divide prontamente in uno grande e due piccoli, dimodochè si apre nel palato per tre in cinque orifici, cioè: uno più considerabile sempre anteriore ed appianato lateralmente, indi uno due o tre più piccoli e posteriori; finalmente uno esterno il quale in generale ma non sempre si trova posto fra il palatino ed il mascellare superiore, sebbene talvolta appartenga al solo primo, e che in alcuni non rappresenti che una specie di fessura o anche vi manca del tutto. Quando l'orificio posteriore ha dimensioni insolite, riesce alquanto più piccolo l'anteriore. Alcune volte non si trova che una sola apertura; talora pure da quei canali ne parte un altro situato di sopra o di sotto alla cresta inferiore della cavità nasale, e che conduce al cornetto inferiore un ramo del nervo palatino.

(1) Albino le ha rappresentate nel lor posto *(tab. oss.* I, II, IV, ed isolati IV) e nel bambino *Icon. oss. foetus,* tav. V).

Del resto si trova limitata dai quattro margini già descritti, cioè il margine posteriore della faccia orbitale, ed i margini anteriore inferiore e posteriore della faccia esterna.

La sostanza dell'osso racchiude cellette midollari ovunque tiene certa spessezza.

I fori ed i canaletti sono molto incostanti. Talvolta se ne vedono uno grande e parecchi piccoli sulla faccia esterna. Pel primo, che si prolunga in un canale di cui l'altra apertura si trova nella faccia orbitale, passano il nervo malare sottocutaneo ed un'arteria; i piccoli danno passaggio a filetti della ramificazione lacrimale del quinto paio e del nervo temporale profondo. È cosa assai rara che manchino tutti questi fori.

Anomalie. Si vede in casi poco comuni non esistere l'osso malare (1). Più di frequente si divide esso in due e anche in tre pezzi situati l'uno dopo l'altro ed insieme uniti per via di suture (2).

I muscoli che s'inseriscono in quest'osso sono il grande ed il piccolo zigomatico, l'orbicolare delle palpebre, il massetere ed il temporale.

Nel bambino a termine la sua forma è ancora molto indeterminata, e molto differisce da quella che mostra nell'adulto. È di già considerevole la faccia orbitale, mentre l'esterna e la posteriore sono molto più piccole; è anche più tagliente il margine orbitale. Tuttavia l'osso è già molto cangiato nei fanciulli di qualche anno; talora si trovò notabilmente incavato all'esterno, e qualche fiata all'opposto è in sensibile modo prominente.

Ossi proprii del naso.

Gli *ossi proprii del naso (ossa nasi s. nasalia)* (3) chiudono il vuoto che lasciano tra loro il frontale ed i mascellari superiori. Formano il dorso del naso, che si può assimilare ad una sella, essendo concavo nel verso della lunghezza e rotondo in quello trasversale.

Questi ossi sono separati per mezzo d'una sutura dentellata dal frontale, e per una sutura alquanto più liscia l'uno dall'altro e dal mascellare superiore, come pure dall'etmoide quando giungono a questo ultimo.

Liberi da ogni loro connessione appariscono grossi nella loro parte superiore; ma si assottigliano ed in pari tempo si allargano inferiormente. Hanno forma quadrilatera, per la qual cosa vi si distinguono due facce e quattro margini. La faccia esterna è convessa trasversalmente concava dall'alto in basso e molto liscia, imperocchè non vi si osservano che alcuni piccoli fori e leggieri solchi vascolari. L'interna risulta concava assai rugosa alquanto dentellata e percorsa da vestigi profondi di vasi. Il margine superiore è molto largo, e fornito di numerose dentellature che si adattano a quelle del frontale. L'interno pel quale i due ossi nasali si articolano insieme, risulta largo superiormente e si restringe poco a poco discendendo. Riunito a quello del lato opposto esso forma talvolta una cresta, a cui si applica la parte media dell'osso etmoide, ed allora è più corta o neppur esiste la

(1) MECKEL, *Beitraege zur vergleichenden Anatomie*, t. I, fasc. 2, p. 54.

(2) SANDIFORT, *Obs. anat. path.*, I, III, p. 9, fig. 7, p. 113, IV, p. 134. Soemmerring l'osservò sopra un cranio di moro. Spix vide l'osso giugale diviso in tre pezzi. (*Cephalogenesis*, p. 9).

(3) Albino li rappresentò riuniti (tav. oss. I-IV), isolati (tav. IV), e nel bambino (*Icon.. oss. foetus*, tav. V, fig. XXXVI e XXXVII).

spina frontale. Il margine esterno che si articola coll'osso mascellare, è tagliente ed il più lungo di tutti. L'inferiore è sottile libero e fornito di diverse dentellature *(spinae nasales)*.

Ordinariamente si trova verso il mezzo della faccia anteriore un foro più grande degli altri, pel quale passano nervi e vasi; ma spesso manca tal foro.

Il muscolo frontale ed il trasverso del naso s'inseriscono all'osso nasale.

È cosa rara che questi due ossi sieno perfettamente simmetrici; qualche volta si riuniscono insieme nella loro parte superiore, o anche in tutta la loro lunghezza.

Nel bambino a termine hanno altra forma che nell'adulto. Avendo il cranio con cui si articolano proporzionatamente maggior volume, hanno essi altrettanta larghezza nella loro estremità superiore che nella inferiore (1). Veduti in complesso mostrano perciò una forma quasi regolarmente quadrata, e le loro dimensioni sono considerevoli per rispetto alle altre ossa della faccia. Quindi la loro estremità inferiore è quella che deve svilupparsi maggiormente.

Ossi unguis.

Gli *ossi unguis* o *lacrimali (ossa lacrymalia s. unguis)* (2) i più piccoli di quelli della faccia compiono il vuoto del cranio esistente tra il frontale lo etmoide ed il mascellare superiore; contribuiscono essi quindi alla formazione della cavità nasale e ricevono innanzi il sacco lacrimale. Sono separati dagli ossi precedenti e dai cornetti inferiori per via di semplici linee nella maggior parte della loro circonferenza, e solo in alto per una debole sutura.

Ciascuno di essi consiste in una sottile laminetta, e sembra quindi essere una continuazione dell'etmoide.

La *faccia esterna* o *orbitale* è liscia. Una cresta verso l'in giù diretta *(crista lacrymalis)*, e spesso terminata in avanti con un uncino *(hamulus lacrymalis)*, la divide in due metà l'una posteriore l'altra anteriore. La prima per solito più larga dell'altra, e sempre più corta più piana e più liscia. La seconda generalmente più stretta forma una gronda *(sulcus lacrymalis)*, nella quale sta il sacco lacrimale; è dessa sempre più lunga dell'altra, e discende anche più in basso nella cavità nasale: talvolta le accade di giungere sino al cornetto inferiore.

La *faccia interna* o *nasale* presenta nel sito in cui sorge la cresta della faccia esterna, una scanalatura che la fa comparire separata in due metà da una piega. Del resto la metà anteriore risulta convessa massime inferiormente, mentre lo è appena la posteriore. Vi si osservano sparsamente delle rugosità e vestigii di vasi: essa contribuisce per solito a formare le cellette etmoidali e la speranza dei seni frontali Il suo margine anteriore si mostra come arrovesciato in avanti, il superiore è alquanto dentellato, e l'inferiore per lo più tagliente.

In generale gli ossi unguis sono penetrati di alcuni piccolissimi fori, massime nella loro metà anteriore.

Nel bambino a termine sono più sviluppati in proporzione di altre ossa della faccia, stante il volume dell'occhio.

(1) Non sempre avviene tale caso; vi sono cranii di bambini, nei quali l'estremità superiore riesce anche più stretta che sull'adulto.

(2) Albino li ha rappresentati nel lor sito *(tab. oss.* I-IV), isolati (tav. IV, fig. 5), e nel bambino (*Icon. oss. foetus*, tav. V, fig. XXXIV e XXXV).

Molte varietà presentano questi ossi. Qualche volta sono piccolissimi o mancano affatto: allora il canale lacrimale si trova totalmente formato dall'apofisi ascendente del mascellare, che risulta più largo del solito, talvolta ma di rado dalla lamina crivellata dell'etmoide, o anche da quelle due ossa. In taluni non esiste l'uncino, ma si trova impiantato sul mascellare; in altri non vi è cresta, sicchè le due metà anteriore e posteriore sono semplicemente l'una dall'altra distinte per la scanalatura (1).

Cornetti inferiori.

I *cornetti inferiori (conchae inferiores s. ossa spongiosa s. turbinata inferiora)* (2) pendono nella cavità nasale pel loro margine inferiore, che è storto: essi coprono gli orificii dei condotti lacrimali, contribuiscono a formar quello dell'antro di Highmoro e del canale nasale, e determinano i meati medio ed inferiore delle fosse nasali.

Ciascuno di loro è disgiunto dal mascellare superiore dall'osso palatino e dall'unguis per un'armonia, e dall'uncino dell'etmoide per una sutura; non si trova per solito difficoltà a distaccarlo dal mascellare.

Considerato in modo generale il cornetto inferiore rappresenta un osso spugnoso, portante solchi profondi ed interrotti canali. Vi si distinguono due facce e due margini. La faccia interna quella che corrisponde al tramezzo delle fosse nasali, è convessa massime nella metà della sua lunghezza, e si distingue per due canali interrotti o due vestigii di vasi, che vanno di dietro in davanti. Il margine inferiore libero nella fossa nasale, risulta il più lungo, diversamente storto e ricurvato di fuori, e più grosso nel suo mezzo che in avanti e indietro. La parte anteriore del margine superiore è sottilissima, fornita di minute dentellature e tagliente; essa si applica tanto alla cresta del mascellare superiore che all'osso unguis per formare con essi il canal nasale: vi si osserva una laminetta incostante e diretta di basso in alto, che porta il nome di *apofisi lacrimale (processus lacrymalis)*, e dietro la quale se ne trova pur talvolta un'altra più piccola *l'apofisi etmoidale (processus ethmoidalis)* che si unisce all'etmoide; di sopra una terza lamina sottile ed assai liscia l'*apofisi mascellare (processus maxillaris)* si ricurva verso l'in giù in forma di uncino; ordinariamente questa ultima si adatta esattamente alla incavatura dell'osso mascellare, e serve specialmente a fissare il cornetto inferiore; contribuisce essa pure a restringere l'orificio dell'antro di Highmoro, o piuttosto compiutamente lo chiude, giacchè senza di essa quello si aprirebbe nel meato inferiore delle fosse nasali. La parte posteriore del margine superiore è dentellata, e si riporta obbliquamente dall'alto in basso; è articolata con la cresta dell'osso palatino e termina in punta. La faccia esterna dell'osso o quella che corrisponde al mascellare è concava, e meno spiegatamente spugnosa dell'interna.

(1) L'*osso lacrimale esterno (os lacrymale externum s. unguis minor)* descritto prima da Rousseau poi da Laut, come un ossicino che s'incontra talvolta nel lato esterno ed inferiore dell'osso unguis, s'unisce a quest'ultimo ed al mascellare superiore, concorre alla formazione del canal nasale, e non costituisce un pezzo distinto: è più esatto il riferirlo al mascellare superiore, nella descrizione del quale ne abbiamo fatta menzione.

(2) Albino li rappresentò in sede (tav. oss. I-IV), isolati (tav. IV), e nel bambino *(Icon. oss. foetus,* tav. V, fig. 38-39). Se ne hanno anche eccellenti figure da Scarpa *(Annot. acad.,* lib. II, tav. II), e da Soemmerring *(Abbildungen des Geruchsorgans,* tavola V).

Nel bambino a termine i cornetti inferiori sono picciolissimi ed incompiuti. Spessissimo vengono trovati nell'adulto totalmente riuniti col mascellare. Talvolta anche risultano congiunti coll'etmoide nel feto non a termine. In certi casi sono più dentellati che spugnosi. Finalmente si mostrano talora assai e talora pochissimo storti.

Vomero.

Il *vomero (vomer)* (1) è una lamina che discende verticalmente dall'indietro in avanti nella cavità nasale, una gran parte della cui estensione si trova da essa divisa in due metà laterali, l'una destra e l'altra sinistra. Questa lamina riceve la cartilagine nasale. È dessa separata dal corpo e dalle apofisi pterigoidi dello sfenoide, dalla lamina perpendicolare dell'etmoide, e dall'osso palatino per via di suture; lo è pure da quest'ultimo osso e dal mascellare superiore per un'armonia. La sua forma per lo più romboidale lascia ammettervi quattro margini.

Il margine superiore forma la più grossa parte dell'osso. Si allontana a destra ed a sinistra in due ali *(alae vomeris)*, che ricevono tra loro il becco dello sfenoide. L'anteriore, comunemente più lungo degli altri tre, riesce tagliente indietro, ove si unisce alla lamina perpendicolare dell'etmoide, più largo e spugnoso in avanti ed in basso, ove fa corpo con la cartilagine del tramezzo del naso; di rado lo si trova, anche nell'adulto, formato di due lamine, che abbracciano quella lamina perpendicolare e quel tramezzo. L'inferiore si mostra alquanto rigonfiato in avanti poi tagliente: si adatta nella gronda prodotta dall'articolazione degli ossi mascellari e palatini dei due lati. Il posteriore è libero doppio e rotondo superiormente, semplice e tagliente inferiormente, e talora dritto talora incavato a semiluna. Le facce destra e sinistra sono lisce; vi si osserva soltanto nel mezzo un debole solco longitudinale, che si dirige in avanti ed in giù verso il condotto incisivo, e che accoglie il nervo naso-palatino di Scarpa.

La sostanza del vomero non racchiude cellette midollari se non nei punti in cui ha spessezza, siccome nelle ali.

Nel bambino a termine quest'osso è sempre formato in alto ed innanzi da due lamine profondamente separate in tutta la loro lunghezza, che sono molto tra loro lontane, e che persistono sino dopo il dodicesimo anno, quando si riuniscono assai irregolarmente. Spessissimo avviene che senza infermità una di queste due laminette scomparisce o in parte o anche in totalità. D'altronde diversifica la forma dell'osso: nel bambino è più lungo che largo.

Il vomero prende di rado una verticale regolare; il più delle volte offre una curvatura a destra o a sinistra. Talvolta il tramezzo cartilaginoso nel naso non posa esattamente sulla sua parte media, ed oltrepassa più o meno dall'uno o dall'altro lato. In certi casi la continuità dell'osso si trova interrotta da un vuoto considerevole, che una cartilagine ottura per tutta la vita. In altri soggetti le lamine sono talmente allontanate, che lasciano tra loro una cavità spaziosa; oppure si osserva sopra uno dei lati una laminetta ossea storta a guisa di cornetto. Egli è raro che manchi affatto il vomero, il che non avviene che nel caso di sviluppo incompiuto.

(1) Albino lo rappresentò in sede *(tab. oss.* I, II, III, V) e nel bambino *(Icon. oss. foetus*, tav. VI, fig. 40-42).

Osso mascellare inferiore.

L'*osso mascellare inferiore (maxilla inferior, os maxillare inferior, mandibula)* (1) ha forma parabolica, somiglia ad un ferro di cavallo.

Si divide comodissimamente in *parte media*, in *alveolare* chiamata altresì *corpo*, o quando si consideri ciascuna metà dell'osso separatamente, in *branca orizzontale (ramus horizzontalis s. pars alveolaris)* ed in *ascendenti*, denominate anche *parti laterali* o *articolari*.

Nel margine superiore o alveolare *(limbus alveolaris)* del corpo si vedono ordinariamente da ciascun lato otto *alveoli (alveoli)*, qualche volta sette o anche sei soltanto, di rado nove. La più anteriore di queste cavità destinata al primo incisore è la più piccola e la più stretta di tutte; la seconda pel secondo dente incisore è alquanto più grande; la terza pel canino è comunemente la più profonda, in generale sporge maggiormente e si divide di rado in due scompartimenti; la quarta e la quinta per i due primi molari sono alquanto più rotonde delle precedenti e quasi sempre con cella unica; la sesta risulta generalmente la più grande di tutte quadrata ed a due celle; la settima ha dimensioni consimili o è alquanto più piccola, qualche volta più vasta ed anche biloculare; l'ottava infine è alquanto più piccola della settima triangolare o quadrata, e con due o tre celle.

Il margine alveolare preso nel suo complesso descrive una parabola, di rado una elisse. La sua circonferenza è alquanto meno estesa di quelle del risalto alveolare dell'osso mascellare superiore, perlochè i denti di sopra sporgono tutti innanzi a quelli di sotto. Del resto gli elevamenti che si osservano nel lato esterno di questo margine *(juga alveolaria)*, palesano le radici dentali situate dietro di essi, massime nei denti incisori e canini, e talvolta sino nel penultimo molare. I tre o quattro ultimi denti molari hanno pure i loro assi alquanto diretti in su e di dietro.

Il margine inferiore è rotondo più rigonfiato innanzi più stretto indietro. Continua col posteriore per un angolo più o meno ottuso, di rado retto ed alquanto piegato in fuori. Perlochè vi si distinguono un *labbro esterno* ed un *labbro interno (labrum internum et externum)* per l'inserzione di varii muscoli. Questo margine porta qualche volta un debole solco, che corrisponde all'arteria facciale.

Il margine posteriore che appartiene al ramo ascendente, è rugoso di fuori nell'angolo d'inflessione, ove si connette il muscolo massetere; secondo che sorge esso diviene più piccolo e più piano; indi si allarga molto per produrre il *condilo (processus condyloideus)*.

Il condilo ha forma rotonda e bislunga: è convesso tanto dall'indietro in avanti che da una estremità all'altra: il suo maggiore asse si trova posto per traverso, ma però rivolto al di fuori, dimodochè i due condili non stanno sulla medesima linea retta, nè sono paralelli tra loro. Ciascuno di essi è liscio indietro; ma innanzi s'incurva alquanto, ed offre un margine assai acuto terminante la sua superficie incrostata di cartilagine, di sotto la quale si osserva posteriormente una fossettina ineguale, che continua insensibilmente colla faccia interna, e nella quale si

(1) Quest'osso fu egregiamente rappresentato sotto ogni sua faccia, nell'adulto da Albino *(Tab. oss.* tav. I e II) e da Hunter *(Natural history of the human teeth*, tav. I-IV). Albino parimente lo disegnò nel bambino *(Icon. oss. foetus*, tav. VI, fig. 43-45).

trova il tendine del muscolo pterigoideo esterno. La sua parte più stretta porta il nome di *collo;* è concava in avanti e convessa indietro.

L'apofisi anteriore del ramo ascendente porta il nome di *apofisi coronoide (processus coronoideus)*. Essa sorge dalla faccia esterna della parte anteriore dell'osso, partendo dai denti molari posteriori per una linea sporgente in fuori, dapprima rotonda, di grado in grado tagliente, che mostra la forma di una S allungata *(linea obbliqua externa)* e nella quale s'inserisce il muscolo buccinatore. Quest'apofisi è talora bassa ed ottusa, talora invece elevata ed appuntata, e diversamente curvata all'indietro. Essa continua per solito coll'angolo esterno del condilo per un lembo tagliente formante una incavatura semilunare, che si denomina *incavatura sigmoide (incisura semilunaris).*

La faccia esterna della mascella inferiore offre avanti sulla sua parte media di sotto ai denti incisivi una eminenza che si va allargando dall'alto in basso, e che porta il nome di *apofisi del mento (spina mentalis externa);* è rugosa stante i muscoli che vi s'inseriscono. La faccia interna presenta del pari sulla linea mediana uno in tre tubercoli, che costituiscono l'*apofisi geni (spina mentalis interna)*, e che dà pure attacco a muscoli. Una linea chiamata *linea miloidea (linea obliqua interna),* si porta obbliquamente da quest'apofisi al margine superiore dell'osso, e diviene soprattutto molto sporgente di sotto all'orlo interno dei denti molari: serve essa alla inserzione del muscolo milo-ioideo. Nell'angolo delle due branche, ma più sull'ascendente che sull'altra, si nota una eminenza rugosa, alla quale si connette il muscolo pterigoideo interno. Su questa faccia si scorge anche, per solito dietro una laminetta ossea ad orlo tagliente e terminata in punta, il *foro mascellare posteriore (foramen maxillare posticum)* orificio di un condotto il quale, dopo aver descritto un arco nella sostanza dell'osso, offre esternamente una seconda apertura il *foro mascellare anteriore (foramen maxillare anticum)* tra il primo ed il secondo dente molare, ma non tralascia perciò di progredire ancora nell'osso. Da questo lato partono altri più piccoli, che riescono nella radice di ciascun dente. Esso dà passaggio ai vasi dentali ed ai nervi dentali procedenti dal terzo ramo del quinto paio. Il più delle volte parte dal suo ingresso, cioè dal foro mascellare posteriore, un solco destinato a ricettare il nervo milo-ioideo.

Numerosi muscoli s'inseriscono nella mascella inferiore; in avanti nella regione dell'apofisi del mento l'elevatore del mento il triangolare delle labbra ed il pellicciaio; indietro nell'apofisi geni il digastrico il milo-ioideo il genio-ioideo genio-glosso; finalmente nei siti che furono indicati il massetere il temporale e i due pterigoidei.

Nel bambino a termine tale osso è sempre formato di due metà simmetriche, le quali non sono che assai di rado congiunte insieme all'epoca della nascita. Questi due pezzi sono bassi e larghi, ma grossi e gonfii per i germi dei denti che racchiudono: l'angolo è alquanto ottuso, i condili sono rotondi, la sostanza risulta meno compatta. Nel fanciullo di sette anni, la proporzione tra il margine superiore e l'inferiore è di 5 a 21, mentre risulta da 7 a 21 nell'adulto: il canal dentale ed i suoi orificii sono quasi altrettanto grandi che nella età adulta; l'orificio posteriore è generalmente doppio. La riunione delle due metà si effettua nei primi mesi dopo la nascita; essa succede dal basso in alto, di modo che spessissimo anche a due anni si scopre superiormente una piccola fessura, che è il vestigio dell'antica separazione scomparsa. Sino alla età di sette anni la forma dell'osso presenta ancora differenze notabili; il mento è rotondo, la mascella ha più altezza in tale sito, massime di sotto ai denti incisori; è invece più bassa nella regione del terzo molare, perchè non sono per anco spuntati gli ultimi molari; finalmente il margine inferiore è maggiormente concavo su questo punto.

Poche ossa cangiano tanto di forma come quello nei vecchi. Non solo scompariscono gli alveoli al segno che più non ne rimane alcun vestigio, ma anche a tal epoca della vita la mascella presenta più larghezza che altezza, mentre prima era più alta che larga. L'apofisi coronoide si assottiglia siccome tutto il rimanente dell'osso, e diviene inoltre più appuntata; la parte mentale non discende più in linea retta, ma si porta obbliquamente dall'alto in basso. Ciò che meno cangia, si è la lunghezza dell'osso (1).

È cosa degna di osservazione, che nell'adulto le due metà del mascellare inferiore non si trovano giammai tra loro separati, come lo sono nel feto e nel fanciullo. È raro l'incontrare in tal sito un osso intermedio permanente.

Denti.

I *denti (dentes)* (2), i quali giustamente parlando non possono essere collocati tra le ossa, differiscono totalmente da queste ultime per la loro intima struttura, e solo nella superficie delle loro radici si trova un tenue strato di vera sostanza ossea. La *vera sostanza dentale (substantia ossea dentis)* è molto più dura e più densa, priva di quei corpicelli che sono quasi caratteristici per le ossa, e di una tessitura fibrosa senza alcun vestigio di cellette midollari. Tutta la porzione sporgente fuori degli alveoli è rivestita di certa sostanza di un bianco di latte lucida assai dura e friabile lo *smalto (substantia vitrea)*, la cui spezzatura presenta un tessuto fibroso particolare di un bianco dilavato, e che si compone di fibre prismatiche riunite in lamine trasversalmente sovrapposte intorno ai denti. L'interno delle radici è come il loro esterno rivestito di un tenue strato di vera sostanza ossea.

Si distingue in ciascun dente la *corona (corona s. corpus dentis)*, la cui estensione determina quella dello strato di smalto, il *collo (collum s. cervix dentis)* cui la gengiva circonda, e la *radice (radix dentis)* di forma conica, che si addentra nell'alveolo.

Nella sommità di ciascuna radice di un dente si trova una picciolissima apertura conducente ad una cavità, le cui dimensioni crescono colla larghezza della radice. Questa cavità prende in piccolo all'incirca la forma esterna del dente; e quando parecchie radici riescono in un medesimo corpo, molte cavità del pari si riuniscono in una sola commune. Le pareti di questa cavità sono lisce, e la stessa si trova ripiena di una massa molle, a cui si recano nervi e vasi sanguigni per le aperture testè indicate.

Di fuori ciascuna radice d'un dente è circondata da un sottile periostio, il quale inferiormente nell'orificio della cavità dentale sembra continuare con quello della mascella; quel periostio sorge superiormente alquanto di sopra dell'alveolo, e si confonde colla gengiva. Allorquando lo distrussero la putrefazione o l'ebollimento, i denti incisori e canini vacillano e cadono, il che avverrebbe egual-

(1) Si vede in Hunter *(loc. cit.*, tav. VII) una buona figura d'un cranio di vecchio colle mascelle sdentate.

(2) La minuta descrizione della struttura intima dei denti appartiene alla istologia; fu essa data da G. Henle nel VII tomo della *Enciclopedia anatomica*. Le principali opere su tale argomento con buone figure sono quelle di Fraenkel (*De penitiori dentium humanorum structura observationes*, Breslavia, 1835, in-4), di A. Retzio (*Mikroskopiska untersaekningar aefver tanderness, saerdeles tandbenets struktur*, Stoccolma, 1837, in-8), di R. Owen, *Odontography, a treatise on the comparative anatomy*, Londra 1840, in-8, fig.

mente ai molari se non fossero l'una dall'altra allontanate le loro radici. Ecco perchè nelle ossa secche i denti non riempiono compiutamente i loro alveoli.

Sono i denti divisi in incisori, canini e molari.

Gl'*incisori (dentes incisivi, incisores, tomici, primores, risorii)* sono otto, quattro per ciascuna mascella, due a destra e due a sinistra. Tutti hanno in comune i caratteri seguenti: le loro corone sono in forma di scarpello, vale a dire più larghe verso l'orlo libero più strette dal lato della radice, rotonde o convesse inanzi, e leggermente concave indietro; vedute lateralmente risultano invece più strette nel loro orlo tagliente e più larghe dal lato del collo: la loro faccia posteriore è triangolare ed alquanto più stretta che l'anteriore. Lo strato di smalto è più grosso innanzi più sottile indietro, e principalmente sui lati; l'orlo dello smalto è elittico innanzi ed indietro dal lato della gengiva. Sono semplici le loro radici. Gl'incisori della mascella superiore sono più forti più grossi più larghi e più sporgenti che quelli della mascella inferiore; i loro assi si dirigono dall'alto in basso alquanto in avanti e gli uni verso gli altri, dimodochè se venissero prolungati giungerebbero a toccarsi inferiormente; perlochè rimane tra ciascun paio di tali denti un vuoto triangolare la cui base è rivolta verso l'in su. Quelli del paio mediano o interno sono egualmente più forti più larghi e più grossi che gli esterni, e facili inoltre a riconoscersi per la forma loro, che somiglia compiutamente a quella d'uno scarpello. Infatti nello stato d'intero sviluppo l'angolo esterno della corona del paio esterno è rotondo, ed il lato interno alquanto più lungo, per lo che il dente già si avvicina alquanto ad un canino, o almeno segna il passaggio a questa seconda classe di denti. La radice del paio interno riesce più rotonda. Gl'incisori della mascella inferiore sono molto più piccoli dei superiori; ma tra essi succede l'inverso, cioè quelli del paio interno sono più piccoli di quelli dell'esterno, quindi sono i più piccoli ed i più stretti di tutti i denti. La direzione dei loro assi è pure differente; quelli del paio interno pressochè perpendicolari, laddove quelli del paio esterno divergono, e si allontanano l'uno dall'altro nella loro sommità.

I *canini (dentes canini, laniarii, cuspidati)* sono quattro, due per ciascuna mascella e situati accanto agl'incisori. Giunti al termine del loro sviluppo, presentano i caratteri seguenti: la loro corona, su cui si distinguono una faccia anteriore convessa e due facce posteriori alquanto ineguali talvolta anche leggermente concave, è in certo modo piramidale, e termina con una punta la quale nella mascella inferiore specialmente, sorge spesso di sopra a tutte le altre corone dentali. Le loro radici sono più lunghe e più grosse, appianate sui lati, comunemente semplici, di rado semidoppie o anche affatto doppie. I loro alveoli sporgono maggiormente: quindi i canini sono assolutamente e più grossi e più forti dei denti tra i quali si trovano incassati. Il loro smalto è più grosso sui lati che non negl'incisori. I due della mascella superiore sono comunemente più forti degl'inferiori, ed i più lunghi di tutti i denti. Sono chiamati *occhiali*, perchè innanzi che spuntino i loro germi sono situati molto vicino alla faccia inferiore dell'orbita. Nella situazione naturale quando la bocca sta chiusa, il canino inferiore si porta innanzi del superiore, vale a dire tra l'incisivo superiore esterno ed il canino superiore.

Vi sono comunemente venti *molari (dentes molares)*, cinque paia in ciascuna mascella; ma spessissimo non se ne trovano che sedici o diciotto; il più raro caso è d'incontrarne ventidue ventitrè o ventiquattro. Ecco i loro caratteri comuni. La corona è più larga che alta dentata e come festonata. Le radici semplici nelle due paia anteriori, semidoppie triple quadruple e di rado quintuple negli altri. I molari superiori non sono molto più forti degl'inferiori, ma talvolta li eguagliano, o anche li superano in grossezza. Laonde nel caso di costituzione normale si adat-

tano benissimo insieme, se non che però i superiori si trovano alquanto più indietro, e sopravanzano alquanto gl'inferiori. Il primo di sopra corrisponde tra il primo ed il secondo di sotto, il secondo tra il secondo ed il terzo. I molari superiori hanno i loro assi diretti in fuori; quelli degl'inferiori massime dei due ultimi lo sono in dentro: però sono talvolta quasi perpendicolari. Del resto nella mascella di sopra specialmente, le radici dell'uno e dell'altro degli ultimi tre molari sono talora più o meno allontanate e talora paralelle; qui differentemente volte, colà curvate in uncino o come torte, più o meno lunghe, e lisce o nodose. Generalmente il loro smalto discende più in basso dinanzi e di dietro che non sui lati.

I due primi molari *(dentes molares anteriores s. minores s. bicuspidae)* sono nelle due mascelle più piccoli del canino a cui succedono; i superiori hanno per solito più volume degl'inferiori. Il primo superiore è più grosso e più largo del secondo. Le loro corone presentano due punte l'una esterna più alta e più notabile, l'altra interna più bassa e più sottile: queste due punte sono molto rilevate nei denti di sopra mentre in basso sono riunite, sicchè la corona offre due fossettine. Le loro radici sono semplici semidoppie o doppie. Il terzo molare risulta costantemente il più forte di tutti: la sua corona ha quattro o cinque punte o anche più, delle quali in generale tre esterne e due interne, è il più largo di tutti. La radice di quello di sopra è tripla o quadrupla, laddove quella del dente di sotto risulta semplice, benchè alquanto scanalata. Le corone del terzo e del quarto molare inferiore sono più convesse in fuori che in dentro. Tali denti hanno radici curvate in dentro, ma alquanto più corte però di quelle dei due primi. Le corone dei terzo e quarto molari superiori sono romboidali con uno degli angoli acuti rivolti in fuori ed in avanti, l'altro indietro ed in dentro. Così le loro radici le due esterne più tenue e più piane sono quasi verticali e molto tra loro ravvicinate, la terza più notabile e rotonda si allontana obbliquamente in fuori. Il quarto molare risulta più piccolo del terzo, la sua corona è tagliata da un solco in croce, e forma quindi quattro punte; nella mascella superiore all'opposto le punte sono di rado così regolarmente divise.

Il quinto o ultimo dente molare, chiamato anche *dente del giudizio (dens sapientiae s. tardivus)*, somiglia al precedente per la forma. È talora alquanto più grosso, massime nella mascella inferiore, talora più piccolo. Un solco in croce divide la sua corona in quattro punte, a cui se ne unisce per solito una quinta posteriore nella mascella di sotto; è semplice la sua radice. Siccome il più tardivo è pure questo dente il più incostante di tutti; nella mascella superiore specialmente manca esso quasi altrettanto spesso che esiste.

Egli è osservabile che generalmente il numero delle radici si accorda con quello dei tubercoli della superficie triturante. Non sono sempre distinte queste radici; ma qualora pure sieno riunite, costantemente un solco indica la loro separazione. Per lo più se ne trovano tre, talora anche due, di rado quattro o una sola. Cinque o sei radici separate sono una rara eccezione.

Considerando le due serie di denti nel loro complesso, si riconosce che la superiore ha forma per lo più parabolica, qualche volta elittica e di rado semicircolare; che in alcuni è retta in avanti ed angolosa sui lati; che in ragione della larghezza e della obbliquità più considerevoli degl'incisori, la sua estensione supera quella dell'inferiore, e che quindi essa oltrepassa notabilmente quest'ultima in avanti ma sempre in grado meno sensibile, secondo che si porta indietro. Di rado avviene l'inverso, e l'arco dentale inferiore oltrepassa il superiore, locchè sfigura singolarmente la faccia. La linea di separazione fra i denti delle due mascelle ravvicinate insieme è ondulosa: nella mascella superiore questa linea descrive un arco a convessità inferiore dal primo incisore al secondo molare, indi un secondo arco

a convessità superiore da quest'ultimo punto alla parte posteriore; fa dunque mestieri che i denti della mascella inferiore sieno situati più sopra innanzi ed indietro per giungere a quelli della mascella superiore, locchè massime riesce sensibile nelle belle teste di donne.

Dal primo incisore all'ultimo molare le corone divengono sempre meno sporgenti di sopra della gengiva: però dal primo incisore al terzo molare i denti crescono poco a poco in volume, dopo di che ritornano alquanto più piccoli.

L'orlo superiore di ciascuna serie dei denti è semplice innanzi; ma dalla punta del canino indietro vi sono due orli, l'uno interno l'altro esterno. Di questi due orli il più tagliente è l'esterno nei molari di sopra, e l'interno in quelli di sotto. La superficie compresa tra essi dapprima stretta acquista la sua maggiore larghezza sul terzo molare, indi si ristringe poco a poco indietro; nella mascella superiore è dessa talmente disposta, che sebbene guardasse in giù, è tuttavia rivolta dapprima in dentro, ma partendo dal terzo molare s'inclina sempre più in fuori; nella mascella inferiore essa corrisponde verso l'in su, ma è rivolta dapprima in dentro, poi in fuori sul terzo molare, e nuovamente in dentro sugli ultimi due, dimodochè quando non sono logori i denti, le loro due file si adattano perfettamente tra esse così come le dentellature dei margini di certe ossa, ed i molari inferiori offrono degli sfondi sui punti in cui sono più lunghi i tubercoli dei superiori.

Le radici degl'incisori e dei primi due molari hanno quasi la stessa lunghezza. Quelli dei canini sono le più lunghe di tutte: ma la lunghezza di quelle dei molari diminuisce poco a poco dal canino all'ultimo molare.

Gli alveoli sono meno grandi nella mascella superiore che nell'inferiore, forse a motivo del seno mascellare. Probabilmente anche per questo i molari superiori hanno tre radici, le quali sono tra loro allontanate massime le interne, che hanno più volume, affinchè non potessero essere cacciate nell'antro di Highmoro. Da ciò certamente avviene che i due molari lattaiuoli superiori hanno tre radici.

È questo lo stato dei denti nell'epoca più florida della vita, quando l'ultimo molare ha raggiunto il completo suo sviluppo, e non ancora è logoro. Ma i principii di tali denti appena si scorgono nel neonato: qui si sviluppano dapprima i così detti *denti lattaiuoli (dentes lactei s. infantiles s. decidui)*, dei quali l'origine verrà esposta nel volume dedicato alla storia della evoluzione del corpo umano. I *denti permanenti (dentes fixi, permanentes, serotini, constantes)*, dei quali fu testè data la descrizione, non cominciano a comparire che verso il settimo anno, perlocchè dal volgo sono chiamati *denti di sette anni*. Generalmente il bambino nasce senza denti, ed i lattaiuoli non ispuntano che alla fine del primo anno. Questi ultimi sono venti, mentre ascendono a trentadue i denti permanenti. Di quei venti otto sono incisori quattro canini ed otto molari, sebbene eziandio nel feto non ancora a termine, si noverano già ventiquattro alveoli, locchè dipende dalla non caduta del terzo molare. A torto dunque alcuni notomisti fissano il numero dei denti lattaiuoli a ventiquattro. Questi denti non solo sono più piccoli e più stretti che quelli che devono sostituirli, ma anche se ne distinguono facilmente, perchè le loro corone sono meglio separate dalle radici, e formano una specie di cercine circolare prima di continuare con queste ultime, ciocchè riesce massime sensibile nei molari. Da ciò risulta che le radici dei denti lattaiuoli sono proporzionatamente alle corone più sottili, più corte e quindi più deboli di quelle dei denti permanenti. Le corone dei molari sono all'opposto più larghe e più fornite di tubercoli e sfondi. Quelle degl'incisori sono alquanto grosse il che le fa comparire più corte; quelle dei canini sono più rotonde. Il primo molare lattaiuolo molto somiglia per la forma della sua corona a quello che lo deve sostituire: ma è assai più grosso in propor-

zione agli altri denti, e nella mascella superiore ha tre radici, mentre quello che gli succede non ne ha che una. Quello di tutti i denti lattaiuoli che maggiormente ne differisce, è il primo molare della mascella inferiore; la sua corona ha parecchie punte più acute, ed è doppia la sua radice. Il secondo molare lattaiuolo diversifica totalmente da quello che lo sostituisce: la sua corona più larga ha cinque tubercoli, dei quali nella mascella inferiore tre sono posti in fuori e due in dentro; la sua radice è doppia nella mascella inferiore e spesso anche tripla in quella di sopra.

In generale i denti lattaiuoli spuntano nell'ordine seguente: si vede dapprima comparire il paio mediano degl'incisivi inferiori, e dopo alcune settimane quello degl'incisivi superiori; dopo qualche tempo principiano a mostrarsi gl'incisivi esterni talora l'inferiore talora invece il superiore primieramente; indi il primo paio dei molari spunta verso la fine del primo anno, talora l'inferiore e talora il superiore in prima; più tardi si mostrano i canini, dei quali in generale compariscono prima gl'inferiori; i superiori non divengono visibili che verso il secondo anno; di rado essi spuntano avanti al primo paio dei molari o i primi di tutti (1). Finalmente il secondo paio dei molari si sviluppa verso la fine del secondo anno, o soltanto nel corso del terzo.

All'età di sette o di otto anni si manifesta poco a poco il terzo molare, che forma il passaggio dei denti lattaiuoli ai denti permanenti sì per la sua figura come per essere il primo di questi a spuntare.

Nel bambino a termine i germi dei denti permanenti, dei quali l'origine è stata almeno in parte esposta, dalla seconda metà della gravidanza sono ancora situati quasi alla stessa altezza dei denti lattaiuoli. Quelli degl'incisivi si trovano dietro gl'incisivi lattaiuoli, di sotto nella mascella inferiore, di sopra nella superiore, e da essi separati da un alveolo chiuso da ogni parte. I loro alveoli essendo più grandi di quelli dei denti lattaiuoli, sono posti non immediatamente dietro a questi, ma alquanto di lato; da ciò deriva che il rudimento del canino permanente non trova bastante sito dietro al canino lattaiuolo, ed è obbligato di collocarsi tra il rudimento del secondo incisore permanente e quello del primo molare permanente, però nella mascella superiore più su, nella inferiore più giù di questi ultimi, ed alquanto pure più sopra verso la radice del primo molare. I rudimenti dei due primi molari permanenti sono situati nelle due mascelle tra le radici dei loro denti lattaiuoli, e tuttavia diretti alquanto obbliquamente indietro. Accurate indagini c'insegnarono che la radice dei denti lattaiuoli si rammollisce e scompare poco a poco per riassorbimento, dimodochè il dente sempre più vacilla, e finisce col cadere: all'epoca della sua caduta la radice è scomparsa totalmente o almeno per la massima parte. La pressione esercitata dai denti permanenti che s'ingrandiscono contribuisce a produrre tal risultato. I tramezzi che separano tra loro i denti lattaiuoli, si rammolliscono e scompariscono egualmente di dietro in avanti, perchè i nuovi denti sono troppo larghi per adattarsi agli antichi alveoli. Il nuovo dente passa dunque nell'alveolo del suo dente lattaiuolo; ma in tal modo che occupa ad un tempo e questa cavità e quella che già esso riempiva prima. Esiste tra i denti e i loro alveoli certa correlazione, per la quale crescono e scompariscono gli uni nello stesso tempo che gli altri.

(1) I più degli autori asseriscono che il canino spunta avanti al primo molare. È falsa tale asserzione sì per la prima che per la seconda dentizione. Non è raro, secondo la giusta osservazione di Meckel, che il primo molare comparisca anche avanti l'incisore esterno. Serres (*Saggio sopra l'anatomia e la fisiologia dei denti*, Parigi, 1817, p. 80) lo dice positivamente in contraddizione con Sabatier Boyer e Bichat.

I fori che si scorgono nelle mascelle prima che spuntino i denti sono più grandi al pari dei denti nella mascella superiore. Quelli degli incisivi mediani si vedono dietro i denti lattaiuoli, alquanto di lato, in fuori; quelli degl'incisivi esterni sono posti immediatamente dietro ai primi denti; quelli dei canini sono più piccoli e situati quasi immediatamente dietro ai denti lattaiuoli non si scorgono che nella mascella inferiore, perchè nella superiore il nuovo canino spunta precisamente di sotto all'antico. I primi due molari non hanno foro nell'orlo delle mascelle, escono precisamente di sopra o di sotto a quelli che costituiscono e che si cacciano innanzi; ma nella mascella superiore si trovano dei canaletti pe' quali le loro radici penetrano nei seni mascellari. Il quarto ed il quinto molare hanno un foro regolare o anche più d'un foro.

Prima di spuntare cangiano di sito i denti permanenti. Nel fanciullo di sette anni i loro germi hanno la corona avanti e la radice indietro; ma a poco a poco secondo che si sviluppano nella mascella superiore, la corona si rivolge in giù ed in su la radice.

Così i denti permanenti crescono nello stesso tempo che i lattaiuoli, ma assai più lentamente, e forse a tale circostanze attribuir si deve la maggiore loro solidità. La formazione degl'incisivi e dei canini dura sei a sette anni, quella pei primi due molari da sette ad otto, e da dodici a diciotto ed anche più quella degli altri molari (1). Al momento che compariscono esternamente gl'incisivi, il loro orlo non è diretto ma festonato o tubercoloso o dentato a sega, il che forse contribuisce a rendere la loro uscita graduale più facile.

La seconda dentizione comincia verso l'età di sette anni. Ecco in generale l'ordine secondo il quale avviene. Dopo che i denti lattaiuoli sono divenuti vacillanti pel rammollimento ed il riassorbimento delle loro radici, si veggono cadere a sette anni le due paia degl'incisori inferiori; ad otto anni gl'incisori di sopra, e dai dieci ai dodici i canini ed i molari. Ma in pari tempo spuntano a sette anni gl'incisori permanenti interni della mascella inferiore, indi generalmente gl'incisori esterni di sopra e di sotto; poscia il primo paio di molari, prima in alto e poi in basso; a tredici o quattordici anni il secondo paio di molari, talora prima di sopra talora di sotto, e quasi sempre anche più presto da un lato che dall'altro; il terzo paio di molari che non si rinnova già esiste; il quarto, che si ossifica a sei o sette anni, spunta a sedici o diciotto, spesso più tardi ancora, qualche volta mai; finalmente il quinto paio comparisce molto irregolarmente a diciotto venti venticinque o trent'anni, e dapprima talora nella mascella superiore talora nella inferiore; in molti individui mancano tali denti (2).

Nell'età avanzata i denti logori o rammolliti cadono, e scompariscono i loro alveoli.

Le anomalie dei denti per rispetto al numero al modo di apparizione alla forma ed alla situazione sono moltissime, ma non si riferiscono in generale che a particolarità di poco rilievo.

Tra le anomalie di numero la più comune è la mancanza dei denti del giudizio, tanto di sopra o di sotto che nelle due mascelle. Manca qualche volta uno dei primi due molari. La mancanza degl'incisori esterni è più rara, ed allora ordina-

(1) Prima che la radice di un dente sia compita, la corona è già logora in parte, in guisa che è raro incontrare un dente perfettamente sviluppato.

(2) Fondandosi su dottissime osservazioni ritiene Meckel che nella umana specie i denti di sostituzione compariscano più tardi nella donna che nell'uomo, o che spesso non nascano affatto, sicchè restino i denti lattaiuoli, o venendo poi a cadere non sieno sostituiti.

riamente gl'interni sono tanto larghi da riempiere tutto l'intervallo compreso tra i canini. Di rado si veggono due tre quattro molari soprannumerarii, quindi in tutto trentasei denti (1). Non è neppur comune il trovare un incisivo di più (2). Alcune volte i denti lattaiuoli spuntano assai presto, sicchè ne hanno i bambini quando vengono alla luce (3). Uno dei più rari casi è quello d'una terza dentizione. Questa segue talvolta dappresso la seconda; ma spessissimo essa avviene in epoca assai avanzata della vita; per altro non è dessa mai regolare, ed il solo suo effetto è lo spuntare di alcuni denti particolarmente dei molari posteriori, dopo i quali i più comuni sono gl'incisori; di rado si estende a tutti i denti (4). I pretesi fatti di quarta dentizione sono troppo incerti per potervisi fermare.

Le anomalie di situazione di direzione di forma delle superficie trituranti sono svariate infinitamente, ma nessun particolare interesse offrono, nè hanno importanza se non pel dentista (5).

ARTICOLO III.

DELLA TESTA OSSEA IN GENERALE.

I cinquantaquattro ossi (o cinquantacinque quando il frontale si trova diviso in due parti) di già descritti, sono talmente congiunti insieme, sicchè tranne nella mascella inferiore gl' incisivi ed alcuni altri denti rimangono uniti dopo la distruzione delle parti molli in forza della putrefazione, e possono tanto meno ancora eseguire movimenti durante la vita.

Suture del cranio.

Le più solide connessioni tra le ossa della testa avvengono per via di *suture (suturae)*, delle quali quelle che avvicinano il parietale portano nomi particolari. La *sutura coronale (sutura coronalis s. coronoidea)*, che separa i parietali dal frontale, va trasversalmente dall'uno all'altro lato; è convessa di dietro e concava in avanti. La *sutura sagittale (sutura sagittalis)* separa i due parietali l'uno dall'altro, e cade verticalmente sul mezzo della precedente. Quando esiste una

(1) Soemmerring il primo descrisse l'osservabile caso di molari soprannumerarii (*Von der koerperlichen Verschiendenheit des Negers von Europaeer*, Francoforte, 1785, p. 29). Egli dice di aver trovato tre di questi denti di più, in tutto trentacinque in una testa di moro. Billmann fece noverare i denti su diversi mori vivi; ma in nessuno il numero sorpassò il consueto. Il cranio descritto da Soemmerring passò nel museo dell'Accademia di chirurgia di Vienna. Vien detto nel Catalogo del museo di Soemmerring: *Cranium sine mandibula aethiopis; memorabile ob dentes sex molares, quem numerum in similis americanis obvium jam in quinque Æthiopis vidit Soemmerringius, nunquam tamen in Europaeis neque alii invenerunt.*

(2) Vi sono cinque incisivi nella mascella superiore di una testa di Javanese nel museo di Camper, ed in quella di una testa di Europeo in quello di Soemmerring.

(3) Non sono rari tali casi, e quasi tutti i pratici versati ne han potuto incontrare. È generalmente noto l'esempio di Luigi XIV.

(4) Haller (*Elem. fisiol.*, t. VIII, p. 22) e diversi altri autori ne riferiscono dei casi.

(5) Otto diede una lunga enumerazione di queste anomalie colla indicazione delle fonti (*Lehrbuch der pathologischen Anatomie*, t. I, p. 186). — I. Goffredo Saint-Hilaire, *Storia delle anomalie dell' organizzazione*, Parigi, 1832, t. I, p. 409, 546, 650.

sutura frontale (sutura frontalis) che divide l'osso frontale sulla linea mediana, continua colla sagittale. La *sutura lambdoidea (sutura lambdoidea)* disgiunge i parietali dall'occipitale. Le *suture squamose (suturae squamosae)* separano i parietali principalmente dai temporali.

Allorquando le ossa che s'incontrano sono sottili, le suture prendono direzione verticale; ma quando sono grosse, non solo queste divengono oblique, ma anche le superficie in contatto sono per lo più talmente disposte che una parte del margine di un osso copre il margine di un osso vicino, il quale alla sua volta lo ricopre in un'altro pezzo della sua estensione. Da tale stato di cose che si osserva nella sutura coronale nella sutura squamosa ed in altre, risulta una maggiore solidità. Ma sempre le suture, per quanto complicate sembrino essere nella loro superficie esterna, sono assai più semplici nell'interna ove quasi somigliano per armonia.

Le suture hanno grande importanza per l'incremento del cranio. Nel principio sono surrogate da linguette cartilaginose che uniscono le ossa insieme; ma in nessun caso tranne nel feto non a termine, hanno queste linguette larghezza notabile. Siccome il cervello crescendo in volume, forza per così dire moderatamente le ossa del cranio ad allontanarsi l'uno dall'altro nel loro punto di cognizione, la cartilagine intermedia diverrebbe sempre più larga se non si ossificasse secondo che cresce; quindi le ossa del cranio crescono come le lunghe ossa per l'allungamento delle loro estremità o ciò che torna lo stesso dei loro margini, ma colla differenza che nelle ossa lunghe non si formano suture fra le estremità ed il pezzo intermedio.

Una sutura o per esattamente dire la stretta lingnetta ossea di congiunzione è dunque tanto meno contorta e compinta quanto è più giovine il bambino. Ma siccome colla età si allontanano le ossa per lo sforzo dell'encefalo, e crescono in grossezza per un deposito di sostanza ossea non solo internamente ma eziandio e principalmente all'esterno (giacchè la tavola interna sembra essere sviluppata prima dell'altra), l'intreccio delle suture, qualora abbia cominciato, deve di necessità crescere esternamente sinchè termini coll'impedire al cervello di continuare la sua azione espansiva sul cranio, il che avviene verso la pubertà. È cosa rarissima che l'ossificazione si prolunghi sino all'età adulta.

Nel neonato si scoprono ancora punti in cui rimangono tra diverse ossa del cranio grandi vuoti riempiti unicamente da laminette cartilaginose. Questi punti sono indicati col nome di *fontanelle (fonticuli)*. Si distinguono i seguenti 1.° la *fontanella anteriore* o *fronto-parietale*, *gran fontanella (fonticulus anterior major quadrangularis)*, che occupa circa il mezzo del vertice, e si trova compresa tra i quattro angoli pe' quali i parietali ed i due frontali si addossano insieme. Essa rappresenta un rombo di cui l'angolo posteriore è bislungo, l'anteriore acuto, e ciascuno dei due laterali quasi dritto; i due lati posteriori sono eguali tra loro al pari degli anteriori, benchè questi sieno più lunghi. 2.° La *fontanella posteriore* od *occipito-parietale*, *piccola fontanella (fonticulus posterior minor triangularis)* si trova fra i parietali e l'occipitale nell'angolo della sutura lambdoidea; ha la forma d'un triangolo la cui cima è rivolta in avanti verso la sutura sagittale. 3.° Le *fontanelle laterali (fonticuli laterales)* sono situate da ciascun lato di sopra del temporale e della grande ala dello sfenoide; rappresentano un gran vuoto anteriore, che continua per una stretta parte e curvata a semicircolo con un altro gran vuoto posteriore. Dopo l'ossificazione della parte media rimangono da ciascun lato due fontanelle; l'*anteriore* o *temporale (fonticulus lateralis anterior)* tra il frontale il parietale il temporale e la grande ala dello sfenoide; la *posteriore* o *mastoidea (fonticulus lateralis posterior Casseri)*, nel sito in cui l'occipitale ed il parietale si riuniscono nella sutura lambdoidea colla parte mastoidea del temporale.

Le fontanelle hanno una parte essenziale nell'arte ostetrica; forniscono al raccoglitore un mezzo di orizzontarsi per riconoscere la posizione della testa del feto; servono inoltre a render più facile il passaggio di questa attraverso la pelvi, potendovisi le ossa incavalcarsi insieme (1).

Certe suture si smarriscono frequentemente pei progressi dell'età, ed anche talmente scompariscono in individui ancora giovani, che più non se ne ritrova il menomo vestigio. La sutura che separa la parte mastoidea del temporale dall'osso occipitale è quella che trovasi per lo più obbliterata in fanciulli ancor teneri: cotal disposizione esercitar deve grande influenza sull'ulteriore sviluppo del cranio; giacchè i pezzi ossei riuniti non potendo più cedere allo sforzo del cervello, mentre continuano a crescere i pezzi vicini, la forma della cassa del cranio necessariamente si altera. A tale causa specialmente sembrano dover essere attribuite le deformità sì frequenti dell'occipitale.

Il cranio offre qualche volta anzi frequentemente pezzi ossei soprannumerarii, in generale piccoli e di rado di dimensioni considerevoli, che son detti *ossi vvormiani (ossa vvormiana s. suturarum)* (2). Questi ossi separati dagli altri per via di suture esistono talora da un lato solo e talora dai due lati ad un tempo. Se ne incontrano bensì dovunque, ma il punto che occupano in preferenza è la sutura lambdoidea che in tal caso fan comparire doppia o tripla. Se ne veggono più di rado nella sutura sagittale o nella sutura squamosa. In alcuni ritrovansi nelle ali dello sfenoide ed eziandio nelle ossa della faccia.

Assai essi variano relativamente alla situazione al numero alla grandezza ed alla configurazione. In certi casi la sutura lambdoidea ne è tutta piena.

I più osservabili sono quelli che esistono nell'occipitale, di cui formano qualche volta la metà della parte squamosa nel numero di due o tre e di rado d'uno solo (3). È meno comune il vederne uno considerevole allungato rotondo o quasi quadrato nel mezzo del vertice, nel sito in cui esisteva la gran fontanella, e nell'incontro delle suture sagittale e coronale (4).

Siccome (5) in generale un quadro della struttura del corpo umano vuol essere formato non solo giusta lo stato delle parti dopo la morte, ma pure secondo ciò che queste sono in vita, del pari non si può acquistare una esatta e compiuta idea della testa dell'uomo e degli animali se non considerandola nello stato di vita (6).

Lo scheletro della testa forma durante la vita un tutto coerente ed indiviso: la sola mascella inferiore può essere considerata come un pezzo a parte, ragionando in conformità dello stesso principio per cui si distingue, a cagion d'esempio l'osso

(1) Buone figure di queste fontanelle e dei diversi gradi di sviluppo del cranio del bambino furono date da Spix (*Cefalogensis*, tav. III, fig. I-IX) e Langenbeck, (*Icon. anat.*, *Osteol.*, tav. XV, fig. 12-14).

(2) Gli antichi notomisti già conoscevano questi piccoli ossi. Olao Worms professore a Copenaghen li descrisse il primo (Worms, *Epist.*, Copenaghen, 1728). Le migliori figure sono quelle di Sandifort *Obs. anat. path.*, lib. 3, tav. 9) e Tiedemann *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. III, 1829, p. 247, tav. XIV-XX).

(3) *Vedi* figure d'ossa simili in Tiedemann, (*loc. cit.*, tav. XVI-XX).

(4) Tiedemann rappresentò due di tali cranii (tav. XIV e XV).

(5) È questa una Memoria che scrisse Soemmerring nel 1816, nell'occasione di una critica della *Cefalogenesi* di Spix presentata all'Accademia di Monaco.

(6) Albino aveva stabilito il seguente principio da non doversi mai perdere di vista nelle descrizioni anatomiche: descrivere anche le parti le più solide, eziandio le ossa, in guisa che il quadro corrisponda non allo scheletro morto, ma allo scheletro contenuto nel corpo vivo.

del braccio da quelli dell'antibraccio, o tra loro le falangi, ed in esse si veggono ossa distinte, tra le quali esistono limiti chiaramente manifesti.

In un embrione di alcune settimane il cranio è una massa cartilaginosa, la quale non fa che un tutto, una cassa formata per così dire d'un solo getto di cartilagine, nella quale per la conversione della sua massa cartilaginosa in massa ossea, si producono successivamente gli ossi, i quali crescendo in grandezza e grossezza, anche dopo l'età della pubertà, giungono a sovrapporsi ad incastrarsi gli uni negli altri, ed a produrre così quelle che in un linguaggio figurato ma non bene scelto, chiamansi suture. Costantemente senza veruna eccezione la massa cartilaginosa riunitiva occupa il luogo delle suture tra i pezzi ossei nello stato di vita e di sanità. Questi pezzi non sono insieme connessi diversamente dalle apofisi di un osso lungo qualunque, per esempio il femore col corpo o colla diafisi dell'osso. Siccome la massa cartilaginosa situata tra le epifisi ed il corpo di un lungo osso non serve fino a che cresce e quando crescendo si converte parzialmente in sostanza ossea, che ad ingrandire l'osso, del pari quella interposta fra i pezzi ossei del cranio non ha altra destinazione che d'ingrandire ed allargare quella cassa fino a che essa stessa prende incremento, e durante tale periodo si trasforma in parte in massa ossea. Finalmente, siccome la massa cartilaginosa compresa tra le epifisi ed il corpo d'un lungo osso finisce coll'ossificarsi interamente, affinchè l'osso giunga al termine delle sue dimensioni, e venga il momento in cui non si scorge più limite fra il corpo e le estremità, così del pari arriva il cranio al termine del suo incremento allorquando la massa cartilaginosa situata tra i suoi pezzi è ossificata totalmente, epoca in cui spesso più non rimane ancora alcun vestigio di suture tra le ossa che lo costituiscono. Nessuno finora ha considerato tale disposizione delle suture come una cosa contro natura come un fenomeno patologico.

Da ciò dunque risulta che l'incremento del cranio avviene assolutamente nello stesso modo come quello di tutti gli altri ossi lunghi e larghi. Da primo non esistono suture propriamente dette, ma le ossa sono unite nei siti che debbono occupare per via di linguette cartilaginose, che fanno corpo con esse. Fuorchè nei bambini non a termine o negl'idrocefali non sono assai larghe queste linguette. Siccome il cervello crescendo in volume esercita in qualche modo un lieve sforzo di deduzione sulle suture, così le linguette diverrebbero più larghe se non si ossificassero in pari tempo. Le ossa del cranio crescono dunque come le lunghe ossa per allungamento dei loro margini, ma colla differenza che nelle ossa lunghe non si produce sutura tra le epifisi e la diafisi. Così le suture o giustamente parlando le linguette cartilaginose sono tanto meno dentellate quanto è più giovine il bambino. Ma siccome coll'età l'incremento del cervello obbliga le ossa ad allontanarsi, e crescono queste tanto di fuori come specialmente di dentro, per l'addizione di nuova sostanza ossea, così il frastagliamento delle suture deve necessariamente aumentare, sinchè divengano esse stesse il maggiore ostacolo alla deduzione ulteriore del cranio per via dell'encefalo. Il fine delle suture del cranio non è dunque tanto di unire insieme i pezzi di tale cassa, quanto di favorire il suo incremento in capacità; giacchè se le ossa della testa cessassero poco dopo la nascita d'essere fornite di linguette cartilaginose, non potrebbero più crescere, a meno che la natura usata non avesse altre disposizioni (1).

Frequentemente si è osservato che mai nello stato fresco, ed ancor meno in

(1) Gibson (*Mem. of the Society of Manchester*, tav. II, 1813) nella sua eccellente Memoria sulla utilità delle suture del cranio degli animali le chiama molto ingegnosamente organi secretorii.

vita le suture non trattengono le fessure e fratture determinate da una violenza esterna, e che ad onta della presenza loro passano di tanto in tanto le suture da un osso all'altro. Tal fatto somministra una delle migliori prove che il cranio non è che un solo tutto indivisibile ed immobile.

In nessuna epoca della vita le suture tendono a dividere il cranio in pezzi distinti, a scinderlo in ossa a parte, come sono fra le altre le falangi delle dita destinate a muoversi l'una sull'altra. Le ossa del cranio non sono in alcun tempo destinate ad agire l'una sull'altra. Siccome una epifisi unita alla diafisi d'un osso lungo per via d'una massa cartilaginosa non è più mobile in alcuna età sul corpo dell'osso, e forma un tutto continuo con questo ultimo, così del pari in nessun tempo nello stato di sanità la massa cartilaginosa interposta fra i pezzi del cranio loro non permette d'eseguire il menomo movimento.

Una prova irrefragabile che il cranio nello stato fresco o in vita forma una cassa assolutamente indivisa, si è che quando è lasciato per lungo tempo immerso nell'acido cloridrico debole che gli toglie i suoi sali calcici, si ottiene per residuo una cassa cartilaginosa coerente da ogni parte e senza vestigi di divisione nel sito delle suture. L'anatomia comparata dimostra egualmente la giustezza di siffatto vedere: negli animali e negli uccelli particolarmente il cranio si compone assai prima dell'attitudine a procreare, d'un solo pezzo non offrente alcun vestigio delle suture che vi dovettero esistere all'epoca del suo incremento.

Nulla vi ha di sorprendente che dopo la morte, quando la putrefazione ha distrutta la massa cartilaginosa, o nello stato secco, vadano diversamente le cose. Il cranio diseccato offre delle fessure, le quali nello stato fresco o in vita erano colmate da una massa cartilaginosa formante corpo colla massa ossea. Quei punti non solo somigliano allora ad un limite, ma anche segnano i contorni d'una divisione reale in diversi pezzi. Per altro tanto sarebbe errore il credere quegli spazii egualmente vuoti durante la vita, quanto il considerare le fessure del legno secco come già esistenti nel verde legno.

Nessun osso del cranio costituisce un pezzo distinto, siccome il femore lo è dalla tibia, o come le falangi gli ossicini dell'udito lo sono rispettivamente. In breve le suture o linguette cartilaginose lungi dal separare le ossa servono anzi a riunirle. Le ossa della testa non dovrebbero dunque esser considerate come ossa a parte niente più che le epifisi delle lunghe ossa. Unicamente per meglio tener loro dietro, e per rendere più chiare le descrizioni, i notomisti le supposero distinte.

Cavità del cranio.

La cavità che forma il cranio è quasi sferica, tranne la base è più stretta in avanti che indietro. Risulta egualmente quasi simmetrica, fuorchè in rari casi in cui senza causa d'infermità l'una delle due metà laterali ha più capacità che l'altra. Essa continua pel foro occipitale col canale della colonna spinale. La base del cranio è appianata: l'orlo tagliente delle alette dello sfenoide la divide in una parte più elevata ed un'altra più profonda, e segna il limite dei lobi anteriori e posteriori del cervello, siccome la roccia ed il largo solco trasversale dell'occipitale limitano lo spazio conico destinato ad accogliere il cervelletto. Da ciò risultano in qualche modo due fosse, l'una anteriore e superiore più grande che riceve il cervello, ed è formata dal frontale dall'etmoide dal corpo piccole e grandi ali dello sfenoide dalla parte squamosa del temporale e dal lato anteriore della roccia; l'altra posteriore ed inferiore più piccola, che alberga il cervelletto e che deriva

dalla faccia posteriore della roccia e della maggior parte dell'occipitale. Queste due fosse sono tra loro separate dall'orlo tagliente della roccia.

La fossa destinata al cervello si trova essa stessa divisa in due metà laterali dalla sella turcica dall'apofisi *crista galli* dal solco dell'osso frontale da quello che regna fra i parietali e dai vestigi del seno longitudinale superiore dell'occipitale. La base di tal fossa è convessa per ricevere la parte dei lobi anteriori che posa sulla volta orbitale formata dal frontale e dalle piccole ali dello sfenoide, concava per accogliere quella dei lobi posteriori che si appoggia sulle grandi ali dello sfenoide e sul lato anteriore della roccia.

La fossa cerebellosa, situata indietro fra le due metà laterali della cerebrale, è pur divisa in due metà, l'una destra l'altra sinistra dalla cresta perpendicolare che discende sul mezzo dell'occipitale.

Il principio della midolla spinale posa sullo sfondo medio dell'osso occipitale.

Cassa cranica.

Il cranio avvolge il cervello come farebbe una cassa ossea chiusa da ogni parte, salvo alcuni vuoti e piccole fessure. La sua grossezza varia molto secondo le regioni: più considerevole nella volta, lo è meno di ogni altro sito nella lamina crivellata dell'etmoide, nella parete superiore dell'orbita, nella tempia e nella parte inferiore dell'occipitale. Nel totale il cranio è più grosso in alto e più sottile in basso. Del resto è assai grosso in alcuni individui, in guisa che la grossezza della testa o la sua configurazione esterna non sempre permette di arrischiar conclusioni rispetto al volume del cervello. Ordinariamente o almeno frequentemente i cervelli molto sviluppati hanno un cranio più sottile in proporzione dei piccoli. Nei siti in cui tal cassa è più grossa vi si distinguono benissimo due lamine ossee chiamate *tavole* (*tabulae cranii)*, l'una interna l'altra esterna, tra le quali si trovano cellette midollari in un tessuto in qualche modo spugnoso *(diploe)*. Nel frontale le due tavole talmente si allontanano tra loro, che ne risultano due scavi considerevoli cioè i seni frontali.

La tavola interna del cranio è più liscia dell'esterna, la quale su molti punti appare ruvida, stante gli attacchi di muscoli che la guerniscono. Risulta anche più fragile, il che le procurò il nome di *tavola vitrea (tabula vitrea)*. Più sottile dell'esterna in molti siti essa offre non solo solchi o canali, destinati a ricevere i principali rami delle arterie e delle vene della dura-madre, che loro serve in pari tempo di periostio, e fossettine che accolgono le glandole di Pacchioni, ma altresì, massime nella base, ineguaglianze elevamenti ed impressioni che corrispondono in parte alle circonvoluzioni cerebrali.

La sostanza delle ossa della testa risulta senza alcuna influenza morbosa più densa più dura più liscia più piana in certi individui di pari età e di egual sesso, più lassa più molle più rugosa in altri. Tale differenza forse deriva dal genere di vita. La roccia si distingue sempre per la grande sua durezza.

Alle depressioni diversamente profonde che le circonvoluzioni del cervello producono nella tavola interna del cranio corrispondono elevamenti sulla faccia esterna di quest'ultimo. Non però sempre avviene il caso, e specialmente non è possibile fissare positivamente il numero di quegli elevamenti esterni (1).

(1) Soemmerring aveva compilata sin dal 1817 una Memoria sulla dottrina di Gall, che non fece egli stampare se non dopo la morte di questo. Eccone la sostanza.

Egli è indubitato che ventisette punti del cranio umano si fanno distinguere in

Orbite.

Le cavità destinate a ricevere gli organi della vista portano il nome di *orbite (orbitae)* (1). Separate tra loro dalla cavità nasale, la cui lunghezza oltrepassa un pollice, sono situate immediatamente di sotto al cranio. Ciascuna di esse rappresenta un cono o una piramide quadrilatera, la cui cima corrisponde dietro e dentro al foro ottico, e la cui base si dirige innanzi e fuori.

Vi si distinguono quattro pareti: una *superiore*, per lo più orizzontale e con-

certi individui per prominenze rotonde ovali e bislunghe, poichè Gall li descrisse naturalmente, e possonsi rinvenire in ogni raccolta doviziosa di cranii. Ma egli è un quesito meno facile a sciogliersi, quello di sapere se tali protuberanze sieno realmente l'annunzio di alcune tendenze o certe attitudini.

Gall ebbe il merito di esaminare tal quesito con molta cura e sagacia per oltre quattordici anni. Ora dirò sino a qual punto egli giunse secondo me a risolverlo.

1. È indubitabile che i cranii di pittori poeti musici matematici astronomi distinti da Gall citati, e che offrono gli elevamenti in discorso, appartengono realmente a quei personaggi. Il menomo sospetto di ciò basterebbe per troncare ogni ulteriore discorso sulla dottrina. Io riconobbi nella sua raccolta la conformazione delle teste di Blumann Alxinger Fraeulein e Frank, tutti da me conosciuti personalmente.

2. Neppure sinora conosco alcun esempio che contraddica a Gall, nel quale invece della protuberanza caratteristica siesi osservata una depressione in musici matematici astronomi di merito. Neppure ne citò alcuno dei suoi antagonisti. Anzi tutto ciò che vidi io fino a questo giorno mi parve favorevole alle sue opinioni. Pure Gall disse che l'esimio chirurgo svedese Acrell aveva conosciuto un uomo, nel quale dopo la guarigione da una frattura del cranio con perdita di sostanza nell'osso, si notò una tendenza irresistibile al furto. Il fatto è esatto; ma quando aggiunge che la frattura occupava il punto del cranio in cui si trova secondo lui l'organo del furto, egli avanza una cosa inesatta, poichè quella frattura era situata al di sopra ed indietro dell'orecchia sinistra e non in avanti.

3. Riesce facile convincersi che nei ventisette punti in cui il cranio offre elevamenti esterni, esso presenta concavità nell'interno.

4. Egli è del pari un fatto positivo che quegli elevamenti corrispondono ad una o più circonvoluzioni cerebrali, che sembrano derivare da pressione esercitata dal cervello.

5. Risulta pure un fatto avverato che si possono distinguere nei cranii di alcuni mammiferi ed uccelli i dodici elevamenti che Gall considera come indicanti dodici facoltà o attitudini diverse.

6. Ma non mi pare evidente che quei dodici elevamenti abbiano i loro corrispondenti o i loro analoghi nel cranio dell'uomo: sotto tale rapporto mi sembra tutto ancora indeterminato e meramente arbitrario.

7. Credo che siesi ancora lungi dall'aver provato che questi elevamenti del cranio degli animali indichino realmente le facoltà o attitudini delle quali si dicono essere l'annunzio.

8. Non posso intendere come il punto della massa cerebrale che corrisponde agli elevamenti del cranio, contenga la causa materiale delle attitudini o facoltà, e ne sia l'organo come dice Gall; nè so risolvermi a dare il nome di organi alle circonvoluzioni del cervello.

Le altre annotazioni di Soemmerring in quella memoria concernono le vedute di Gall relativamente alla struttura del cervello, il metodo che usa per dissecarlo (per dispiegarlo), e che il nostro autore dice non essere nè esatto nè nuovo, finalmente diversi punti dell'anatomia e della fisiologia del sistema nervoso di cui qui non abbiamo ad occuparci.

(1) Albino, *Tab. oss.*, I, IV, V. — Soemmerring, *Icon. oculi humani*, tav. III e VII.

cava *(planum frontale)*; *inferiore* più piana e che s'inclina in giù ed in fuori *(planum maxillare)*; una *interna* leggermente convessa; finalmente una *esterna* concava e situata alquanto più in su dell'interna, ma di essa meno rilevata.

Si discernono egualmente nella base dell'orbita che ha la forma di un quadrato circolare quattro margini, *superiore*, *inferiore*, *esterno* ed *interno*, i quali colla loro riunione formano gli angoli frontale temporale giugale e lacrimale. Qualche volta il circuito di questa base è romboidale coll'angolo frontale diretto in su e col giugulare rivolto in basso. I margini superiore ed inferiore sono più piccoli della cavità situata dietro di essi.

Siccome la parete interna dell'orbita dal lato destro è quasi parallela a quella del lato sinistro, gli assi dei coni che rappresentano queste due cavità s'incontrano di dietro e di dentro posteriormente alla sella turcica sotto un angolo di quarantatrè a quarantaquattro gradi; quindi gli occhi abbracciano più vasto campo che se gli assi dei due coni fossero paralleli (1).

I fori, sfondi ed attacchi di muscoli che esistono nelle orbite furono già descritti nel parlare di ciascun osso.

Ciascuna orbita è formata da sette ossa. Il frontale costituisce da sè solo la parete superiore. L'interna risulta dall'unguis e dall'etmoide; l'inferiore è prodotta dal mascellare superiore, dall'osso palatino in dietro, dall'osso giugulare anteriormente in fuori; l'esterna lo è dall'osso giugale e dalla grande ala dello sfenoide

Del resto le orbite presentano grandi differenze individuali. Sono talora strette ed affondate, talora piccole sporgenti ed apertissime; dove molto larghe, dove circolari quadrate romboidali allungate o come depresse dall'alto in basso. Di rado in una la capacità sorpassa sensibilmente quella dell'altra.

Nel bambino l'orbita è più rotonda in avanti o nella base, più triangolare o quadrata in dietro verso la sommità.

Fosse nasali.

Le *fosse nasali (cavitates narium)* destinate al distendimento della membrana pituitaria, sono situate fra le orbite e sotto di esse (2). Risultano dal concorso di quattordici ossi, cioè il frotale i nasali i mascellari superiori i palatini i cornetti inferiori gli unguis l'etmoide l'osso basilare ed il vomero.

Un tramezzo *(septum narium)*, formato dalla lamina perpendicolare dello etmoide dall'intero vomero dalla cresta dell'osso frontale da quella delle ossa proprie del naso dal becco dell'etmoide e dalle creste degli ossi mascellari e palatini, divide tal cavità in due metà, l'una a destra l'altra a sinistra. Non essendo ordinariamente perpendicolare, ne risulta che una delle due metà ha più estensione dell'altra.

L'*apertura anteriore* o l'*ingresso (apertura pyriformis)* formata dalle proprie ossa del naso e dai mascellari superiori, è comune a due metà laterali ed in forma di cuore. Presenta un orlo tagliente, il quale inferiormente e nel mezzo si prolunga in una punta diretta in avanti *(spina nasalis anterior)*.

L'*apertura posteriore* o la *uscita* (*choana narium)* prodotta dalle apofisi pterigoidee dall'osso palatino e dal vomero, non è comune alle due metà laterali,

(1) Camper in Haller, *Select. disp.*, vol. IV, tav. 3, fig. 1, 2, 3, 4.
(2) Albino, *Tab. oss.*, I, II, III, IV, V. — Soemmerring, *Icones orga. olfactus*, tav. III, IV, V.

delle quali ciascuna ha la propria. È più alta che larga, ovale, dritta in su in basso rotonda e diretta obbliquamente di dietro in avanti.

Il *soffitto* è formato dagli ossi mascellari superiori e palatini.

La *parete interna* costituita dalla faccia interna del tramezzo, è piana e verticale.

La *parete esterna* deve l'origine agli ossi mascellare superiore palatino unguis etmoide e sfenoide. È la più disuguale di tutte. Vi si osservano i tre cornetti che sporgono in dentro, e le tre o quattro gronde chiamate *meati delle fosse nasali (meatus narium)*, che sono situate di sotto ai cornetti, cioè il *meato inferiore* più grande degli altri tra il soffitto ed il cornetto inferiore; il *medio* tra i cornetti inferiore e medio; il *superiore* più corto fra i cornetti medio e superiore.

Comunemente si vede anche in su una specie di cornettino, tra il quale e l'osso basilare si trova compreso un quarto meato più corto del precedente. I due meati superiori sono chiusi in avanti ed aperti in dietro: il medio e l'inferiore sono aperti tanto in avanti che in dietro.

La *parte superiore* la più piccola di tutte, è costituita dalla sola lamina crivellata dell'etmoide.

Nel meato superiore riescono nel mezzo le cellette etmoidali, indietro il seno sfenoidale; nel medio il seno frontale ed il mascellare; l'inferiore continua col canale nasale. Tutte queste cavità accessorie non solo rendono più leggera la testa, ma servono pure di serbatoio alla umidità che lubrifica le fosse nasali, in guisa che qualunque posizione prenda la testa, l'una o l'altra di esse può lasciar scorrere del liquido nella cavità nasale.

Volta palatina e cavità orale.

La lingua è circondata da una volta ossea prodotta dagli ossi palatini dai mascellari superiori, dal lato interno dei denti di sopra e di sotto, e finalmente dal lato interno dell'orlo alveolare della mascella inferiore. Lo spazio così formato porta il nome di *cavità orale (cavitas oris)*. Quanto alla volta vien chiamata *palato (palatum durum s. stabile)*; essa ha in qualche modo la forma della lingua (1).

Fosse temporali.

Lo spazio compreso fra la parte laterale del cranio e l'arco zigomatico, che è formato dall'osso temporale, dalla grande ala dello sfenoide, dall'osso giugale, dal mascellare superiore, ed alquanto pure dal frontale in su, porta il nome di *fossa temporale (fossa temporalis)*. Tale fossa si trova principalmente riempiuta dalla massa carnosa dei muscoli temporale e massetere.

Regioni del cranio.

Superiormente la *regione frontale* continua colla *regione sincipitale*, e questa colla *parietale*, a cui succede l'*occipitale* che si perde nella *cervicale*. Dai due lati

(1) Albino, *Tab. oss.*, I-V. — Soemmerring, *Icon. org. olf.*, tav. I.

quella stessa regione continua colle *temporali*, a cui succedono le *auricolari*. Finalmente nel davanti essa continua nel mezzo colla *regione nasale*, e sui lati colle *regioni oculari*, dopo le quali vengono le *regioni giugali*, indi le *regioni delle gote*, le quali alla loro volta si confondono insieme nella *regione buccale* e nella *regione mentale*.

Proporzioni relative del cranio.

Il cranio è più voluminoso nell'uomo che in alcun altro mammifero noto, in proporzione alle ossa della faccia. Quanto è più giovine l'embrione, tanto più il cranio è convesso e sferico, oltre ad avere tanto volume che le ossa della faccia sembrano non esserne che una specie di appendice.

Il profilo del lato esterno del cranio riesce esattamente ellittico nel davanti di sopra ed indietro, quindi in più della metà della sua estensione; la parte più stretta del circolo corrisponde in avanti. Il rapporto fra il raggio del piccolo circolo e e quello del grande risulta all'incirca di 3: 4 o di 2: 3 nel fanciullo (1), ma è di 30: 31 nell'adulto, poichè coi progressi dell'incremento la parte interiore del cranio cresce molto più della posteriore per rispetto alla sua capacità. Il maggior circuito orizzontale riesce egualmente ellittico, colla piccola estremità pure rivolta in avanti. Il più gran diametro della faccia esterna del cranio nel verso della lunghezza, vale a dire dal frontale all'occipitale, è di circa sei pollici e mezzo; il maggior diametro trasversale ne ha cinque e mezzo, ed il verticale posteriore dal foro occipitale fino al sincipite quasi cinque. Così quando s'incontrano cranii adulti, i quali con ossi apparentemente ben proporzionati superano di molto queste dimensioni, convien ammettere che appartengano non a giganti ma ad individui infermi.

Il cranio è rotondo nei fanciulli nella regione delle tempie; mentre nell'adulto ha ivi minore larghezza (2).

Assai variano gli ossi della testa, sì nella loro proporzione con lo scheletro come l'uno rispetto all'altro. Le varietà riguardano e la forma ed il numero loro, ove si considerino gli ossi wormiani come ossi a parte. Qualche volta si trovano senza che sia possibile l'assegnarne la causa, ora piccoli ma sottili, ora piccoli ma grossi. In certi casi il cranio ha straordinaria altezza, in altri è schiacciato. Qui esso è stretto o compresso da un lato all'altro, colà di bella forma sferica, altrove rigonfiato o tubercoloso, sollevato nel sito delle suture, depresso lungo la sutura lambdoide, e via discorrendo (3).

L'ideale più perfetto della bellezza è una testa offrente un cranio grande quanto mai per accogliere il cervello, con ossi per quanto è possibile piccoli per gli organi dei sensi, della masticazione e della deglutizione. La fronte si trova allora in linea quasi retta col naso, e degenera in sincipite ed occipite entrambi regolarmente convessi; le mascelle per l'opposto sono piccole, e si volgono per così dire in dietro. Egli è però che nelle belle teste guardandole dall'alto in basso, le ossa della faccia sporgono meno in avanti.

(1) L'ovale pel profilo della testa è dunque mal collocato in tutti i manuali di disegno; giacchè la maggior parte della curvatura del cranio coincide nel profilo con una ellisse matematica, il cui maggiore diametro corrisponde alla linea orizzontale tra la fronte e l'occipite (non fra il sincipite ed il mento), il che non avviene per la faccia.

(2) Monro crede essere tale differenza prodotta dall'azione dei muscoli temporali.

(3) Ritorneremo su questo argomento nel volume che tratterà delle razze e delle nazioni.

CAPITOLO II.

DELLE VERTEBRE

Le vertebre hanno una forma più o meno anellare. Si compongono in avanti d'un *corpo (corpus vertebrae)* più grosso del rimanente dell'osso, ed in dietro d'un *arco (arcus)* che circoscrive una larga apertura destinata al passaggio della midolla spinale *(apertura spinalis).*

Si distinguono da ciascun lato nelle vertebre, le apofisi trasversali *(processus transversi);* poscia le due *apofisi articolari* superiori e le due inferiori *(processus obliqui s. articulares superiores et inferiores);* in dietro l'*apofisi spinosa (processus spinosus)*, che s'impianta sull'arco.

Le forme delle vertebre e delle loro apofisi variano assai nelle diverse parti della colonna vertebrale.

ARTICOLO I

Delle vertebre cervicali

1.° La *prima vertebra cervicale* chiamata altresì *atlante* (1), si distingue da ogni altra pei caratteri seguenti:

Considerata nel suo complesso è anellare; le sue apofisi trasverse sporgono sui lati al di là delle altre vertebre; si articola colla testa e colla seconda vertebra del collo.

La parte che costituisce il corpo nelle altre vertebre, qui forma un *arco anteriore (arcus anterior)*, che presenta nel davanti un *tubercolo ottuso (tuberculum anterius)* per l'attacco del lungo muscolo del collo, in dietro una *superficie articolare* rotonda *(sinus atlantis anterior s. medius)*, con la quale collide l'apofisi odontoide della seconda vertebra allorchè la testa gira sul suo asse. La parte inferiore del tubercolo offre delle scabrosità nelle quali s'inserisce un legamento.

Sui lati sono le due *masse laterali (partes laterales)*, che hanno un volume enorme. La faccia superiore di ciascuna porta una faccetta articolare bislunga concava, più ravvicinata alla sua congenere in avanti che in dietro, ed obbliquamente diretta di fuori in dentro, per cui è pure più vicina all'orlo interno che all'orlo superiore. Tali faccette si articolano coi condili della testa. Dietro a ciascuna di esse si trova un solco profondo per l'arteria vertebrale, che sale attraverso l'apofisi trasversa. In dentro si notano delle rugosità ed una fossetta nella quale s'inserisce il legamento trasverso situato dietro l'apofisi odontoide. La faccia inferiore di ciascuna massa laterale presenta pure due faccette articolari, del pari obblique, ma poco concave e rotonde nel loro circuito, e si adattano a quelle della seconda vertebra. Queste due ultime faccette rappresentano le apofisi obblique. Le apofisi trasverse sono qui più voluminose che nelle altre vertebre del collo; nascono in qualche modo da due radici, l'una anteriore più corta e più tenue, l'altra posteriore più lunga e più notabile, formanti pel passaggio dell'arteria vertebrale un

(1) ALBINO, tav. X (uomo); *Icon. ossium foetus* tav. VIII, fig. 55 e 56 (fanciullo). — BIDLOO, tav. XVIII, fig. 1 e 2 (donna).

foro più grande di quello che offrono le altre vertebre cervicali, e terminanti con un bottone diversamente rilevato.

L'*arco posteriore (arcus posterior)* è più lungo dell'anteriore. Dapprima trasvesale ed incavato, in su per l'arteria vertebrale ed il primo nervo cervicale, in giù pel secondo nervo cervicale, offre incavature più profonde di quelle delle altre vertebre. Verso il mezzo divien esso più rotondo e più grosso, e la sua faccia interna liscia riesce obbliqua o perpendicolare; termina in dietro con un *tubercolo* ottuso *(tuberculum posterius)*, analogo all'apofisi spinosa delle altre vertebre, a cui si attacca il piccolo muscolo retto posteriore della testa.

Il foro rachidico che forma questa vertebra è più grande di quello di tutte le altre, ed i tubercoli che sporgono nel suo interno lo dividono in due parti, l'una anteriore per l'apofisi odontoide della seconda vertebra, l'altra posteriore per la midolla spinale.

L'atlante dà attacco pel tubercolo del suo arco anteriore al muscolo lungo del collo ed al piccolo retto interno; per la sua apofisi trasversa al retto laterale della testa, all'obbliquo superiore, all'obbliquo inferiore, all'elevatore dell'angolo della scapola, agl'intertrasversali anteriori e posteriori, allo scaleno anteriore, e talvolta anche al trasversale cervicale; pel suo arco posteriore al piccolo retto posteriore della testa.

Nel bambino a termine non si trovano che due pezzi, le radici dell'arco posteriore, i quali sono ossificati; sicchè una cartilagine intermedia gli unisce insieme. Le altre vertebre del collo hanno un terzo pezzo osseo nel loro corpo.

Quasi nessuna vertebra, fuorchè l'ultima lombare, varia tanto nella forma e nel volume quanto l'atlante. Infatti l'atlante è di rado simmetrico, vale a dire così grosso nella sua parte destra come nella sinistra. Trovasi la faccetta articolare superiore quasi ed anche interamente divisa in due, più larga in avanti o in dietro, diversamente concava, più o meno discosta da quella del lato opposto per la sua estremità anteriore, differentemente pure da essa allontanata per la sua estremità posteriore, finalmente in vario grado inclinata in dentro. Allorquando l'estremità posteriore di questa faccetta è situata molto indietro, una semi-linguetta ossea discende verso l'arco posteriore, sicchè l'arteria vertebrale si trova circoncondata da ogni lato di sostanza ossea: qualche volta questa linguetta offre anche un piccolo foro. In certi casi il foro dell'apofisi trasversa è aperto in avanti, ed allora la radice posteriore di questa riesce più grossa del solito; in altri per l'opposto è doppia l'apofisi; oppure risulta sensibilmente più piccola da un lato che non dall'altro; o sporge grandemente a guisa di bottone sul lato; e riesce assai più tenue e corta, e meno diversifica dall'apofisi trasversa della seconda vertebra. Alcune volte l'arco anteriore è così corto, che le faccette articolari superiori toccano immediatamente quella su cui scorre l'apofisi odontoide. Talvolta l'arco posteriore è privo della parte media (1).

2.° La *seconda vertebra cervicale (epistropheus s. axis)* (2) differisce da tutte le altre per la sua apofisi in forma di dente e di perno, dalla precedente e dalle tre seguenti pel suo volume e per la larghezza delle sue apofisi articolari superiori.

Il suo *corpo*, invece della superficie articolare che offre di sopra quello delle altre vertebre, si prolunga in un' *apofisi odontoide (processus odontoideus)*, su cui si notano due superficie articolari, l'una anteriore leggermente convessa

(1) Soemmerring possedeva esempi di tutte queste anomalie nella sua raccolta.

(2) ALBINO, tav. X, (uomo); *Icon. oss. foetus*, tav. VII (fanciullo). — BIDLOO, tav. XCIII, fig. 2 e 3 (donna).

l'altra posteriore concava. Immediatamente dopo la sua base quest'apofisi si restringe alquanto, indi si rigonfia in forma di testa, e termina con una sommità ottusa ineguale rugosa, in cui prendono il loro attacco alcuni legamenti. Intorno ad essa gira l'atlante colla testa. Il corpo presenta pure in avanti da ciascun lato una depressione, in guisa che sulla linea media è percorso dall'alto in basso da una cresta più larga inferiormente che superiormente. In dietro è rugoso e penetrato da fori. La sua faccia inferiore discende obbliquamente di dietro in avanti, e si trova abbracciato dalla faccia sottogiacente della terza vertebra del collo.

L'*arco* presenta non lungi dal corpo le superficie articolari superiori alle quali si adattano le inferiori dell'atlante. In sotto si notano le apofisi trasverse, che si dirigono lateralmente, e che sono in qualche modo coperte dalle superficie articolari, mentre nelle altre vertebre cervicali riescono più lunghe, situate in avanti e di sotto alle superficie articolari superiori ed incavate. Si scoprono più in dietro che non di sotto alle apofisi trasverse le superficie articolari inferiori, che sono assai più piccole delle superiori più piane e dirette obbliquamente in avanti, mentre nelle altre vertebre si trovano assai più sotto a queste medesime superficie. La radice anteriore dell'apofisi trasversa della seconda vertebra cervicale si mostra rotonda piuttosto che piana, e non termina con un angolo superiore come nelle quattro vertebre seguenti. Il suo foro o canale tiene altra direzione che nelle vertebre sottogiacenti, e descrive un cubito per l'arteria vertebrale, che sale non in linea retta, ma di dentro in fuori. L'apofisi spinosa è più grossa larga e lunga nel suo margine superiore che non quelle delle tre vertebre seguenti: il margine inferiore è rugoso, e termina obbliquamente in dietro con due angoli ordinariamente ricurvati che sono tra loro separati in basso ed in alto riuniti. Di tutte le vertebre cervicali è questa la più larga e la più notabile nel sito in cui s'incontrano le due radici. Il foro rachidico è alquanto più largo più rotondo o più cordiforme che non nelle vertebre seguenti.

La seconda vertebra del collo si articola con la testa con la prima e con la terza. All'apofisi trasversa si connettono il muscolo splenio del collo l'elevatore della scapola lo scaleno il trasversale cervicale il lungo del collo ed i secondi intertrasversali anteriore e posteriore; all'apofisi spinosa il gran retto posteriore della testa l'obbliquo inferiore il semi-spinoso del collo l'interspinoso della nuca ed il multifido della rachide.

Nel bambino a termine questa vertebra offre quattro punti di ossificazione, due sui lati, uno nel corpo, ed uno nell'apofisi odontoide, che è quasi sempre ossificata.

Allorchè si sega il corpo, coll'apofisi odontoide si vede talvolta discendere quest'ultima più giù nell'interno, sicchè parrebbe in qualche modo inchiodata nel corpo.

3.° Le *vertebre terza quarta* e *quinta cervicali* (1) si somigliano talmente per la forma che appena si possono tra loro altrimente distinguere se non pel volume. In fatti la quarta è più notabile della terza, e la quinta della quarta.

I loro corpi sono inclinati in avanti, sovrastanti l'uno all'altro, e più lunghi nella direzione trasversale che in quella della larghezza; inferiormente crescono a gradi ma lentamente in altezza. La faccia anteriore riesce alquanto convessa, e presenta da ciascun lato una leggera fossetta; la posteriore è debolmente concava. La faccia superiore è concava in guisa che abbraccia la faccia inferiore della verte-

(1) ALBINO, tav. X (uomo); *Icon. oss. foet.*, tav. VII (fanciullo). — BIDLOO, tav. XCIII, fig. 5 e 6 (donna).

bra situata di sopra, il che produce che le sue dimensioni superano quelle della faccia inferiore.

Le apofisi trasverse nascono dal corpo per una lunga e sottile radice, dall'arco per un'altra più corta. Sono situate obbliquamente, alquanto scavate a gronda, e dirette dall'alto in basso. Terminano con un piccolo angolo antero-superiore rovesciato sopra se stesso, e con un altro postero-inferiore di forma rotonda. Il foro compreso tra esse e l'arco è destinato all'arteria vertebrale. La gronda la cui profondità e larghezza cresce nelle vertebre inferiori, accoglie i nervi cervicali.

Le due apofisi obblique superiori e le due inferiori consistono in superficie articolari presso a poco piane, che sono quasi tra loro paralelle, e delle quali la superiore cioè la più piccola corrisponde in dietro, mentre l'inferiore più grande è rivolta in avanti. Il loro orlo acuto è diretto in avanti.

Il rimanente dell'arco degenera in un'apofisi spinosa, che comincia con una doppia radice diretta obbliquamente dall'alto in basso, e termina per lo più con due cime tra loro lontane, corte e poco rivolte verso giù come nella settima vertebra. L'apofisi è concava in sotto. Le apofisi spinose crescono a poco a poco in lunghezza inferiormente. Già talvolta quella della sesta vertebra non è più che appena doppia nella sua cima; si dirige pure non più obbliquamente dall'alto in basso, ma in linea retta come nelle altre vertebre.

Il circuito superiore del foro triangolare per cui passa la midolla spinale riesce più stretto; l'inferiore per l'opposto col quale la vertebra abbraccia per così dire quella che vien dopo, ha più larghezza.

4.° La *settima vertebra cervicale* chiamata *vertebra prominens* (1) stante il grande sporgimento prodotto dalla sua apofisi spinosa che si porta direttamente indietro, risulta non solo più voluminosa di quelle che sostiene, ma eziandio diversamente conformata.

Il suo corpo è meno inclinato, ed offre nel margine inferiore la faccetta articolare destinata ad accogliere la testa del primo paio di coste.

Le radici anteriori delle apofisi trasverse (delle quali già non rimane alcun vestigio nella prima vertebra dorsale) sono piccolissime; le posteriori invece sono altrettanto più grosse. Le apofisi non sono neppure tanto scavate a gronda.

Le apofisi obblique superiori riescono appena sensibili, e sembrano non essere che una parte dell'apofisi trasversa. Le inferiori per l'opposto fanno parte della radice dell'apofisi spinosa.

L'apofisi spinosa è più notabile e più lunga che non nelle altre vertebre cervicali. Si dirige in linea retta, e la sua cima semplice è fornita di un piccolo bottone.

Questa vertebra forma dunque il passaggio alle vertebre dorsali.

Alle vertebre cervicali si connettono i muscoli interspinosi della nuca, gl'intertrasversali anteriori e posteriori del collo, il gran retto anteriore della testa, il lungo del collo, gli scaleni anteriore medio e posteriore, il cervicale discendente, il trasversale cervicale, lo spinoso della nuca, il multifido della rachide, l'angolare della scapola, il piccolo ed il gran complesso, il semi-spinoso e lo spinoso del dorso il sacro-lombare, il dentellato posteriore superiore, il piccolo romboide, il trapezio, lo splenio della testa, ed una parte del gran romboide.

Nel bambino a termine ciascuna vertebra cervicale non ha che tre pezzi ossei, due nell'arco ed una nel corpo. La settima si compone di cinque pezzi, poichè due noccioli contenuti nelle apofisi trasverse non si riuniscono che all'età di due anni.

(1) La somiglianza della settima vertebra cervicale colle dorsali è sì grande che secondo Meckel sarebbe quasi più esatto annoverarla fra queste ultime.

Tra le cinque vertebre cervicali inferiori, l'ultima varia maggiormante. Nelle quattro penultime solo il foro delle apofisi trasverse presenta variazioni, essendo talora mezzo e talora compiutamente doppio: è pur cosa rara che le cime delle apofisi spinose sieno simmetriche, ed in generale esse s'inclinano più o meno da un lato o dall'altro. Quanto all'ultima vertebra cervicale essa tien per così dire il mezzo fra quelle del collo e quelle del dorso, poichè il pezzo osseo contenuto nell'apofisi trasversa rimane spesso separato per tutta la vita, e rappresenta una specie di appendice in forma di costa.

Talvolta l'ultima vertebra cervicale manca del foro destinato al passaggio dell'arteria vertebrale. In molti casi non contribuisce menomamente a produrre la superficie articolare destinata alla costa.

ARTICOLO II.

Delle vertebre dorsali

Il nome delle *vertebre dorsali (vertebrae dorsi)* (1) è determinato da quello delle coste che vi si fissano. Se ne noverano dunque ordinariamente dodici, di rado undici, spesso tredici. Essendovene tredici, non si trovano in generale che quattro lombari.

Secondo che esse divengono massimamente inferiori, i loro corpi crescono regolarmente in altezza larghezza lunghezza e rotondità. Così quello della prima è il più piccolo, e quello della dodicesima il più grosso; così negl'intermedii la faccia inferiore di ciascuna ha più estensione che non la faccia superiore. Però differiscono le vertebre dorsali per rispetto alla forma di quelle superficie. Il corpo della prima ed anche quello della seconda, sono appianati in avanti come quelli delle vertebre cervicali; talvolta il secondo e comunemente il terzo il quarto il quinto il sesto presentano un angolo rotondo, e le loro superficie articolari sono cordiformi; il settimo ottavo nono decimo undecimo e dodicesimo diventano sempre più rotondi. Ordinariamente il terzo ed il quarto sono i più stretti. I due superiori e i due o tre inferiori sono più corti dalla parte anteriore in dietro, più lunghi da un lato all'altro; gli altri invece hanno più lunghezza dall'innanzi all'indietro. Nella parte posteriore del loro margine superiore e del loro margine inferiore si trovano in giù le piccole faccette articolari destinate ad accogliere le teste delle coste, che si attaccano simultaneamente a due vertebre. Queste faccette articolari non si veggono che nel margine superiore o nel mezzo, nella prima nella undecima e nella dodicesima vertebra. Comunemente la faccetta articolare inferiore riesce assai più piccola della superiore, ed anche formata in parte dalla radice dell'arco; ma qualche volta la faccetta non posa tanto sul margine quanto sullo stesso corpo. La faccia anteriore del corpo è concava verso il mezzo.

Le apofisi trasverse comportano dalla prima sino alla terza vertebra dorsale una lieve diminuzione regolare in lunghezza ed in volume, rimangono poi pressochè eguali, indi nella decima nell'undecima e nella dodicesima scemano nuovamente in modo graduale e rapido. Nella prima vertebra si portano direttamente in fuori; nelle seguenti sino all'ultima si dirigono alquanto dal basso in alto. Sino alla decima o undecima si curvano anche a poco a poco in dietro, dimodochè si os-

(1) Albino, *Tab. oss.*, IV. — *Icon. oss. foetus*, tav. VII e VIII, fig. 57, 58, 59 (uomo) — Bidloo, tav. XCIII (donna).

serva un solco tra esse e l'apofisi spinosa. Dalla prima sino alla decima vertebra le loro estremità in forma di bottone offrono le faccette articolari leggermente concave, alle quali si adattano le tuberosità delle coste, ma che sono più elevate sull'una, più basse sull'altra: le superiori sono rivolte obbliquamente in giù, le inferiori in su: le tre superiori sono poste nel margine superiore della loro apofisi; la quarta e la quinta lo sono nel mezzo; le altre corrispondono gradatamente verso giù. L'estremità dell'apofisi trasversa della duodecima vertebra ha due cime ottuse.

Delle quattro apofisi oblique le superiori sono meno apparenti che non nelle vertebre lombari; ma molto più lo sono che non nelle vertebre cervicali. Le superficie articolari delle apofisi oblique superiori sono dirette e rivolte in dietro; quelle delle inferiori corrispondono in avanti, salvo quella della dodicesima la quale per formare il passaggio alle vertebre lombari, incomincia a storcersi in alto. Ciascuna superficie articolare superiore o inferiore si adatta alla superficie superiore o posteriore dell'apofisi obbliqua della vertebra sottostante.

L'apofisi spinosa di forma piramidale è grossa nella prima vertebra cervicale, è quasi orizzontale o pochissimo abbassata di sotto all'orizzonte, e termina con un piccolo bottone. Nella seconda ed anche più nella terza vertebra la radice diviene più larga, il margine superiore più tagliente, l'estremità più lunga e più acuta, la direzione più discendente. Tutti questi caratteri risaltano ancora più nella quarta nella quinta nella sesta nella settima, ed ancora nella ottava vertebra; la direzione discendente dell'apofisi principalmente si avanza in modo, che questa eminenza viene a ricoprire quasi come un tetto quella che le sta sotto, mentre le cime della prima della seconda della terza della nona della decima dell'undecima e della dodicesima, sono più tra loro allontanate. Perciò in tale regione la colonna vertebrale si piega più innanzi e meno indietro.

Nelle cinque vertebre dorsali inferiori cresce la larghezza della radice dell'apofisi spinosa; ma la lunghezza della parte sporgente scema notabilmente, e la sua direzione principia ad accostarsi alla linea orizzontale; donde avviene che in caso opportuno la colonna vertebrale è suscettibile di piegarsi indietro su tal punto, più che nol possa all'altezza delle vertebre quinta sesta e settima del dorso. D'altronde si vedono di rado le apofisi spinose tenere una direzione perfettamente verticale dall'alto in basso; spesso una si discosta da questa linea a destra, un'altra a sinistra, una terza ancora a destra.

La duodecima o ultima vertebra dorsale forma il passaggio alle lombari; il suo corpo ha forma rotonda; le superficie articolari delle sue apofisi superiori ed inferiori sono oblique, tengono una direzione tra loro inversa, e le superiori sono leggermente concave, mentre alquanto convesse le inferiori.

Il foro destinato alla midolla spinale è più rotondo nelle vertebre dorsali inferiori che non in quelle del dorso e dei lombi.

Nelle vertebre dorsali s'inseriscono i muscoli splenii della testa e del collo, il piccolo complesso, il digastrico cervicale, il gran complesso, il lungo del collo, il trasversale cervicale, lo spinoso della nuca, il semi-spinoso del dorso, il multifido della rachide, la parte interna del sacro-lombare, i corti e lunghi elevatori, delle coste, la laminetta interna del tendine dei muscoli obbliquo interno e trasverso del basso-ventre, il gran dorsale, il gran romboide, il trapezio ed i dentellati posteriore superiore ed inferiore.

Nel bambino a termine le vertebre lombari hanno tre noccioli ossei, uno nel corpo e due nell'arco; il rimanente è cartilaginoso.

Le anomalie non sono tanto rilevanti in queste vertebre quanto in quelle del collo come se n'è già fatta menzione.

ARTICOLO III.

Delle vertebre lombari.

Le *vertebre lombari (vertebrae lumborum)* (1) sono ordinariamente cinque, di rado sei, più di rado ancora quattro. Il loro volume assoluto è più considerevole di quello delle vertebre del collo del dorso, ed esse ingrossano gradatamente a misura che divengono più inferiori. Alcune fibro-cartilagini più grosse le uniscono insieme. Le loro apofisi spinose sono le più mobili di tutte. La forma delle sette apofisi del loro arco le distingue facilmente dalle vertebre cervicali e dorsali. Le tre prime assai si somigliano quanto alla configurazione, e quasi non differiscono che pel volume.

La faccia superiore e la faccia inferiore del corpo delle tre vertebre lombari superiori sono in qualche modo reniforme e più rotonde di quelle delle due inferiori; la faccia inferiore è altresì pressochè paralella alla faccia superiore. Per l'opposto le due vertebre inferiori sono alquanto più alte innanzi che indietro, l'ultima specialmente la quale unitamente al sacro forma il *promontorio (promontorium)*.

Le loro apofisi trasverse sono piane, taglienti nel margine superiore e nell' inferiore, ed alquanto ricurvate indietro. L'apofisi della seconda è più lunga di quella della prima, ma più corta di quella della terza; nella quarta è ordinariamente più corta che non nella seconda; nella quinta riesce corta, ma grossa e rotonda. Spessissimo l'apofisi trasversa della prima si trova unita alla vertebra mediante un'articolazione regolare, sicchè rappresenta una formazione intermedia fra una tredicesima costa ed un'apofisi trasversa.

Talvolta esistono due apofisi accessorie tra l'apofisi trasversa e l'articolare superiore (2).

Le apofisi oblique o articolari rappresentano delle tuberosità distinte: le superficie articolari superiori sono concave, più tra loro distanti delle inferiori, che sono piane o leggermente convesse. Le superiori corrispondono in dentro ed indietro; le inferiori in fuori ed innanzi. Nell'ultima vertebra lombare come nelle dorsali, le superiori sono rivolte indietro, e le inferiori innanzi.

Le apofisi spinose sono quasi orizzontali e corte in proporzione delle apofisi oblique; hanno un dorso tagliente ed una estremità poco rigonfiata, più grossa in sotto. L'ultima vertebra lombare è quella che ha l'apofisi spinosa più corta: questa apofisi veduta di sotto è più larga, dimodochè sorge su di essa una cresta tagliente (3).

Il foro destinato alla midolla spinale risulta triangolare, massime nelle vertebre lombari inferiori.

Alle vertebre lombari si connettono il muscolo spinoso del dorso il multifido della spina il quadrato dei lombi la laminetta interna del tendine dell'obbliquo inter-

(1) Albino, *Tab. oss.*, VIII; *Icon oss. foetus*, tav. VII (uomo). — Bidloo, tav. XCIII (donna).

(2) Trovasi una porzione del sacro-lombare inserita in queste apofisi, ma specialmente nella prima lombare, e ciò tanto nell'uomo quanto nella donna.

(3) La parte inferiore della sommità delle apofisi spinose va talvolta fornita di un'apofisi unciforme, che tocca quella sottoposta, e spesso anche si articola con essa. Piccole articolazioni analoghe pur si vedono alle volte tra le apofisi articolari superiori ed inferiori (eziandio nelle ultime vertebre del dorso). *Conf.* Mayer in *Zeitschrift fuer Physiologie*, t. II. p. 39.

no e del trasverso del basso-ventre la laminetta esterna del trasverso la parte esterna e la parte interna del sacro-lombare il gran dorsale il dentellato posteriore inferiore il diaframma e i due psoas.

Nel bambino a termine le vertebre lombari si comportano come le dorsali.

ARTICOLO IV.

Del sacro.

Il *sacro (os sacrum latum clunium)* (1) il più grosso degli ossi della colonna vertebrale sostiene il rimanente di questa colonna: si adatta come un cuneo tra le ossa innominate, con le quali è unito, siccome pure alla sua estremità superiore coll'ultima vertebra lombare, e nella sua estremità inferiore col coccige. Nella sua sede non è perpendicolare ma inclinato indietro, e forma colle vertebre dei lombi un angolo chiamato *promontorio* o *angolo sacro-vertebrale (promontorium)*. La sua figura è triangolare o in forma di cuneo; la sua faccia anteriore risulta concava ed assai liscia, la posteriore concava e tubercolosa.

Quest'osso è composto in qualche modo di cinque vertebre, di cui l'altezza la lunghezza e la grossezza scemano rapidamente dall'alto in basso, che sono talvolta separate da dischi fibro-cartilaginosi sino all'età di anni quattordici o anche più, ma dipoi lascian solo in avanti sulla linea mediana vestigia della loro separazione, producendo la stessa apparenza come se i corpi e le apofisi trasverse si fossero confusi in una sola massa, indi allungati nel verso laterale. Alla estremità superiore si scorge una superficie ovale per l'articolazione coll'ultima vertebra lombare; l'estremità inferiore ne offre una piccola e convessa per quella col primo pezzo del sacro. Il rimanente della estremità superiore si distende da ciascun lato a guisa di ali, che quasi sempre sono alquanto incavate. Un margine rotondo, che concorre a separare la grande pelvi dalla piccola, stabilisce il limite tra questa estremità e la faccia anteriore, e presenta una incavatura pel passaggio degli ultimi nervi lombari.

La parte media ed anteriore, che rappresenta il corpo e le apofisi trasverse, è concava e fornita di elevamenti trasversali. Sui lati essa dapprima si restringe alquanto per formare il foro sacro, ma presto acquista molta grossezza. Le parti laterali, che rappresentano le apofisi trasverse riunite insieme, diminuiscono più rapidamente che non la parte media rappresentante il corpo. Il pezzo che corrisponde alla prima vertebra è più rotondo in avanti, e somiglia più degli altri i quali sono più piani o concavi ad una vertebra lombare. Solo nella parte superiore si distingue ancora il pezzo che ha qualche somiglianza coll'apofisi trasversa d'una vertebra. Le facce laterali sono molto ineguali, del pari cuneiformi nel loro complesso, larghe in alto e strette in basso; vi si nota in su la superficie incrostata di cartilagine che serve all'articolazione del sacro coll'osso innominato, ed anche in alto il margine ineguale in cui s'inserisce il legamento sacro-sciatico. La faccetta articolare ha tal forma che si avvicina a quella d'una S o dell'orecchia umana *(facies auricularis)*: vi si scoprono asprezze e sfondi. Dietro alla stessa la faccia laterale è molto ineguale, e divisa da ciascun lato in una fossa superiore ed una fossa inferiore per i legamenti dell'articolazione.

(1) Albino, *Tab. oss.* VII (uomo) *Icon. oss. foetus*, tav. VII (fanciullo) Bidloo tav. XCVIII (donna).

Non si distinguono fra le apofisi oblique che le superiori, le quali sono concave, ed i margini taglienti si dirigono in su. Le inferiori formano una serie di tubercoletti nel lato esterno dei fori sacri posteriori. Le due ultime fanno grandissimo elevamento, e portano il nome di *corni del sacro (cornua sacralia)*; si articolano col coccige.

Sulla faccia posteriore nelle tre vertebre superiori si distinguono benissimo le radici delle apofisi spinose confuse, le quali divengono più piccole verso giù, e nella terza vertebra terminano con una o due punte. Nella quarta non esiste che il principio delle due radici dell'apofisi spinosa. Nella quinta si scorge appena un paio di tubercoletti, che ordinariamente si articolano coi cornetti del coccige.

Il canale destinato ai nervi della midolla spinale è dapprima triangolare; ma si restringe prontamente, prende forma rotonda bislunga e si appiana. Risulta aperto indietro nella ultima o nella penultima vertebra.

I *fori sacri (foramina sacralia)*, pei quali passano i nervi e vasi sanguigni, sono quattro da ciascun lato così in avanti come in dietro. La loro grandezza scema regolarmente secondo che diventano più inferiori. Dal mezzo di ciascun di essi si dirige innanzi verso il mezzo di quello del lato opposto, un elevamento indicante la separazione dei pezzi sternali, dimodochè qui pure questi fori sono formati in comune da due vertebre. Gli anteriori sono più grandi e più rotondi dei posteriori; degenerano lateralmente in solchi obbliqui ed assai profondi, di cui i due superiori sono quasi trasversali ed ascendenti gl'inferiori. I fori posteriori sono assai più stretti, il circuito loro è meno regolare, e non si prolungano che in leggeri solchi.

La sostanza del sacro è come quella di una delle più grosse vertebre; più spugnosa che non altrove nella parte che corrisponde all'apofisi trasversa, meno spugnosa in quella corrispondente al corpo, più densa in quella che si riferisce all'arco.

Al sacro si connettono il muscolo multifido della spina le parti interna ed esterna del sacro-lombare il gran gluteo il piriforme il dentellato posteriore inferiore il gran dorsale e l'obbliquo interno del basso-ventre.

Nel bambino a termine presenta quest'osso ventuno noccioli ossei: cioè cinque in ciascuna delle tre vertebre superiori, e tre in ciascuna delle due inferiori. La separazione delle cinque sue vertebre per via di cartilagine rimane sensibilissima sin quasi all'età matura. Si riuniscono in primo le parti laterali, indi la parte media ed anteriore.

Il sacro è assai vario (1). Spesso lo si trova composto di sei vertebre, raramente di quattro (2). La vertebra superiore è quella che offre maggiori variazioni. Talora è dessa appena distinta dall'ultima lombare; talora la sua parte superiore somiglia perfettamente ad uno dei lati d'una vertebra lombare, mentre l'altra ha la solita conformazione: qualche volta la somiglianza riesce alquanto o anche molto meno sensibile; altrove il pezzo in discorso tiene per dir così il mezzo fra una vertebra lombare ed un pezzo del sacro. Lo si vede convesso o concavo sui lati, o

(1) Tutte queste anomalie sono descritte giusta i pezzi esistenti nel museo di Soemmerring. Tanto più esse meritano attenzione che non è differente il conoscerle sì nell'arte ostetrica, come nella pratica delle operazioni che possono essere indicate nella pelvi.

(2) Van Doeveren, *Obs. anat.* — Leveling (*Obs. rar.* p. 151) vide tal caso due volte. Ve ne sono tre esempi nel museo di Soemmerring, il quale dice di averlo incontrato più spesso ancora. Wagler l'osservò in un bambino di otto mesi (*Verhandelingen te Halem*, I, 19.—S. Albertus, *Hist. part. corp. hum.* p. 134). P. Paaw (*De ossibus*, p. 102.) dice di aver vedute qualche volta sette vertebre nel sacro. Non fu trovato tal caso dai moderni, sicchè Soemmerring presume che quivi si trattasse soltanto di riunioni cogli ossi coccigei, come se ne osservano nel suo museo.

grandemente curvato, o colla sua faccia anteriore assolutamente piana, o più larga che alta, o più alta che larga. È desso alle volte quasi dritto in su, poi ad un tratto ricurvato a guisa di uncino; oppure il canale della midolla è aperto dal basso sino alla metà o in tutta la sua estensione, mancano tutte le apofisi spinose; o queste apofisi formano una gran cresta assai sporgente, o la superiore è fessa, o i fori sono enormemente grandi, oppure oltremodo piccoli. Spesso l'ultimo pezzo, nel caso in cui se ne trovano sei, è costruito in guisa da formare in qualche modo il passaggio tra l' ultima vertebra ed il primo osso coccigeo. In generale la parte superiore offre spesso anomalie e più considerevoli che non la parte inferiore.

ARTICOLO V.

Degli ossi coccigei.

Gli *ossi coccigei (ossa coccygis coccyx)* (1) sono quattro. Scemano rapidamente di volume, e sono insieme uniti per via di cartilagini legamentose, in guisa che nella loro situazione naturale continuano la curvatura del sacro in avanti, e servono di sostegno al retto. Talvolta il primo è riunito col sacro, anche in giovani persone (2). In alcuni casi non se ne trovano che tre. Il loro numero arriva di rado a cinque, il che avviene più frequentemente nella donna che non nell'uomo (3).

Il primo osso coccigeo è il più grosso, il secondo è molto più piccolo, il terzo ancora più, il volume del quarto talora è inferiore a quello del terzo, e talora lo supera. Tutti sono più larghi che lunghi, e le loro superficie articolari si dirigono obbliquamente di dietro in avanti. Essi offrono sui lati un piccolo elevamento, che somiglia all'apofisi trasversa di una vertebra.

Il primo coccigeo si distende da ciascun lato in un'ala piana. La sua faccia anteriore è leggermente concava. La posteriore alquanto convessa offre due corni *(cornua coccygea)*, che rappresentano le apofisi obblique superiori d'una vertebra, e si articolano con analoghi elevanti del sacro; però questi corni non sempre giungono a quelli del sacro, coi quali loro talvolta accade di non unirsi se non ad una considerevole distanza coll'intermezzo di legamenti. Tra essi nello stato fresco il canale rachidico termina a fondo di sacco.

Il secondo coccigeo è più rotondo, e talvolta munito di appendicette laterali.

Il terzo è ancora più rotondo, ma alquanto più largo in alto che non in basso.

Il quarto ha l'aspetto di un bottoncino angoloso.

La sostanza di questi ossi riesce ordinariamente, eziandio nello stato di sanità perfetta, non solo più spugnosa, ma anche più molle di quella di tutti gli altri ossi, ed offre l'apparenza delle ossa dei fanciulli rachidici o di adulti scorbutici.

Al coccige si connettono il muscolo gran gluteo il coccigeo l'elevatore dell'ano e lo sfintere esterno dell' ano.

Nel bambino a termine gli ossi coccigei sono spesso ancora del tutto cartilaginosi, sebbene si distinguano agevolmente l'uno dall'altro. Qualche volta, ed anche

(1) Albino, tav. VII (uomo). — Bidloo, tav. XCVIII (donna).

(2) Fu attribuita tale differenza alla equitazione (Blumenbach, *Uber die Knochen*, pag. 311).

(3) C. Bauhin, *Theat. anat.*, tav. XXXIX, fig. 9. — Bidloo, tav. 98, fig. 3 e 4. — Haller, *Icon.*, fasc. 4, tav. 3. — Smellie, tav. 1 e 2.

frequentemente il primo contiene un piccolo nocciolo distinto. Verso l'età di sette anni si trovano noccioli anche negli altri. La compiuta ossificazione succede più tardi che non nel sacro.

ARTICOLO VI.

Della colonna vertebrale.

La *colonna vertebrale* o *rachide (spina spina dorsi columna spianalis s. vertebralis)* (1) si compone di ventinove ossi ammucchiati l'uno sull'altro, cioè sette vertebre cervicali dodici dorsali cinque lombari il sacro e i quattro ossi coccigei. Tranne la prima vertebra cervicale tutte le altre sono unite insieme mediante dischi fibro-cartilaginosi tra essi interposti.

La spina del dorso rappresenta una grossa colonna articolata e mobile, che serve di sostegno alla testa, di ricettacolo alla midolla spinale, di base al tronco e di attacco ai membri superiori. Essa medesima si trova sostenuta dalle ossa innominate, che abbracciano il sacro.

Considerandola nel suo complesso, si veggono dalla terza vertebra cervicale fino al sacro i pezzi ossei che la costituiscono, crescere a poco a poco in volume secondo che divengono più inferiori. Da ciò risulta che la terza cervicale la terza dorsale e la terza lombare sono molto più grosse della prima di ciascuna di quelle tre regioni; ma partendo dal sacro le vertebre diminuiscono rapidamente nelle dimensioni. Guardandovi più da vicino la prima e la seconda vertebra del collo rappresentano per così dire un capitello. In avanti la colonna è più larga dalla terza vertebra cervicale fino alla settima, e più stretta sino alla terza dorsale, dopo di che di nuovo si allarga regolarmente fino al sacro. Contemplandola di lato si riconosce che i corpi si allargano dalla terza del collo sino alla quinta del dorso; ma nel dorso e nei lombi essi conservano la stessa larghezza circa o almeno non ne acquistano che assai poca. Cresce egualmente a poco a poco la loro altezza, se non che risulta essa quasi la medesima nelle vertebre cervicali inferiori: essa è in proporzione più considerevole nelle persone di piccola che non in quelle di alta statura.

Gl'interstizii delle vertebre che riempiono i dischi fibro cartilaginosi, sono quasi eguali sino alla terza dorsale; discendendo essi diventano a poco a poco più larghi fra le altre vertebre. Ciascuno di questi intervalli è circa tanto alto innanzi quanto indietro, eccetto nei siti in cui la colonna descrive una gran curvatura: da ciò risulta che gli spazii compresi fra la terza quarta quinta e sesta dòrsali sono più piccoli innanzi che indietro, mentre avviene il contrario fra la penultima lombare l'ultima ed il sacro (2).

In avanti ed in dietro l'intera colonna vertebrale riesce dritta, e può mediante una linea verticale essere divisa in due metà, l'una destra l'altra sinistra. Le vertebre cervicali descrivono una curvatura, la cui convessità corrisponde in avanti; una ne descrivono anche le dorsali, ma in senso inverso: questa ultima curvatura a po-

(1) Albino diede un'eccellente figura *(ab. scelti,* 1, 2, 3). — Noi ne diamo nello Atlante di G. ed E. Weber una che rappresenta il taglio longitudinale della rachide.

(2) I rivestimenti cartilaginosi lisci delle apofisi articolari sono più grossi nelle vertebre del collo ed in quelle dei lombi che non in quelle del dorso, onde tali regioni sono pur quelle che posseggono più mobilità.

co a poco si arrovescia alla sua volta, sicchè nelle vertebre lombari ha dessa nuovamente la sua convessità rivolta in avanti: finalmente il sacro e gli ossi coccigei producono un'ultima curvatura, la cui convessità corrisponde indietro. Da ciò risulta che veduta lateralmente la colonna vertebrale rappresenta una bella linea ondulata, la quale si compone di quattro concavità e di altrettante convessità. Il punto culminante della prima curvatura corrisponde alla quarta vertebra cervicale, quello della seconda alla settima ed ottava dorsali, quello della terza alla riunione dell'ultima col sacro, quello della quarta di sotto alla metà di quest' ultimo osso. I corpi delle vertebre dorsali fanno in proporzione più elevamento nel torace di quelli dei lombari nella cavità addominale. La concavità della regione cervicale è riempiuta dai muscoli della nuca, e quella dei lombi dai muscoli lombari. Talvolta la colonna vertebrale risulta alquanto concava da destra a sinistra nella regione della terza della quarta o della quinta vertebra dorsale; ma per lo più anche in tal caso le apofisi spinose non formano in dietro una linea retta.

Considerata nel suo complesso fino al sacro la colonna vertebrale riesce in qualche modo conica soda solida ed abbastanza forte, non solo per portar facilmente il peso della testa del petto e dei membri superiori, ma anche per permettere un movimento d' avanti in dietro, da dietro in avanti, e da un lato all' altro, siccome pure una lieve torsione, ed eziandio per poter sostenere senza pericolo un urto considerevole ed improvviso come nell'azione di saltare. Ma la sua mobilità è assai maggiore nel collo e nei lombi che non nel dorso: nel collo massime l'allontanamento più grande delle apofisi spinose le permette una flessione più estesa indietro che innanzi, perchè nel primo caso i legamenti interspinosi cedono, mentre resistono nel secondo. La sua parte meno mobile è la regione dorsale, per la qual cosa nessuna torsione può interessare i polmoni l'aorta la vena azicos ed il canale toracico.

Allorchè si curva la colonna vertebrale, essa da sè ritorna nella sua situazione naturale come farebbe un arco elastico. Nel collo ha essa maggiore mobilità stante la piccolezza delle vertebre, la grossezza delle cartilagini intervertebrali, la direzione obbliqua delle articolazioni, finalmente la cortezza delle apofisi spinose delle vertebre cervicali medie, e la debolezza dei loro legamenti. Nel dorso essa riesce meno mobile per cagion delle coste che agiscono come tanti puntelli, della sottigliezza delle cartilagini intervertebrali, della rigidezza dei legamenti, della retta direzione delle articolazioni, e della lunghezza delle apofisi spinose che sono come embricate l' una sull'altra. Nei lombi acquista più mobilità, perchè i legamenti intervertebrali sono ivi più grossi e più lunghi, le superficie più lontane, dritte e corte le apofisi spinose. Gli ossi coccigei sono i più mobili di tutti, perchè nessuna apofisi restringe i loro movimenti (1). Cresce la mobilità della colonna quando si tolgono tutti gli archi, donde si scorge questi ultimi esser quelli che vi portano dei limiti: infatti i robusti e rigidi legamenti che sono tesi tra loro impediscono alla colonna d'inclinarsi troppo innanzi.

Torna dunque facile in ciascuna vertebra, dalla seconda del collo fino al sacro, il distinguere precisamente il corpo e l'arco. Le facce superiori ed inferiori dei corpi sono in quasi tutti questi ossi come paralelle, ma alquanto concave nel mezzo, essendo il loro margine più elevato ed anche alquanto più liscio del rima-

(1) Quando le vertebre cervicali si curvano ancora di più innanzi per l'arrovesciamento della testa indietro, le vertebre dorsali si estendono in proporzione; ed acquistano così in forza per sopportare un peso, il che fa perdere la curvatura alle vertebre del collo.

mente della loro estensione. Fra l'arco ed il corpo si trova l'apertura destinata alla midolla spinale ed ai suoi nervi. Ma nell'arco che si distacca dal corpo per una radice rotonda, si distinguono ancora due apofisi trasverse, l'una a destra l'altra a sinistra; due apofisi articolari obblique, l'una a destra l'altra a sinistra; ed un'apofisi spinosa. Queste diverse parti d'una vertebra si adattano benissimo alle parti omonime delle vertebre vicine, cioè i corpi ai corpi, e le apofisi obblique alle apofisi obblique; le apofisi trasverse le apofisi spinose ed i fori sono egualmente in vicendevole rapporto. In generale l'ultima vertebra cervicale forma il passaggio alla prima dorsale, l'ultima dorsale alla prima lombare, l'ultima lombare al sacro, e la parte inferiore del sacro al primo coccigeo.

Le vertebre cervicali, tranne la prima e la seconda che si distinguono a prima giunta, l'una per la sua forma anellare l'altra per la sua apofisi odontoide, differiscono dalle dorsali e dalle lombari pei caratteri seguenti:

1.° I loro corpi sono più piccoli in proporzione degli archi; non isporgono innanzi, ma sono allungati nella direzione trasversale, in guisa che la loro faccia anteriore è più piana; sono posti obbliquamente l'uno sull'altro, sicchè la faccia superiore risulta cava e di pari lunghezza dell'inferiore, mentre in tutte le altre vertebre quest'ultima riesce sensibilmente più lunga; infine la loro faccia anteriore non è concava nel mezzo.

2.° Le loro apofisi trasverse sono più corte; hanno un foro o nascono per due radici, delle quali l'una proviene dal corpo e l'altra dall'arco; formano una gronda.

3.° Le loro apofisi obblique sono più grandi in proporzione dell'arco, obblique e non perpendicolari, piane e non concave.

4.° Le loro apofisi spinose sono più corte e la maggior parte doppie alla estremità.

Le vertebre dorsali diversificano dalle cervicali e dalle lombari per questi caratteri:

1.° La faccia superiore e la faccia inferiore dei corpi della seconda della terza della quarta della quinta della sesta della settima dell'ottava e della nona, sono cordiformi.

2.° Il foro per la midolla spinale è rotondo e non triangolare.

3.° Le apofisi trasverse sono in forma di bottoni e fornite di faccette articolari.

4.° Le apofisi spinose sono piramidali e più lunghe che non grosse.

5.° Le incavature laterali per i nervi dorsali sono più piccole.

Le quattro vertebre lombari superiori si distinguono bastantemente dalle dorsali e dalle cervicali:

1.° Per i loro corpi, che non hanno faccetta articolare sul margine;

2.° Per la tenuità delle loro apofisi trasverse;

3.° Pel maggiore allontanamento delle loro apofisi obblique.

Quanto all'ultima lombare ha dessa per carattere il suo corpo, il quale riesce più alto innanzi che indietro.

Il canal vertebrale risulta spaziosissimo nelle vertebre cervicali. Nelle dorsali è più ampio in su che in basso; la sua porzione più stretta corrisponde alla sesta settima ottava e nona: torna ad essere alquanto più larga nella undecima e nella duodecima. Nelle lombari ha desso le maggiori dimensioni. Poi diminuisce rapidamente nel sacro, e talvolta non si estende che sino al primo pezzo coccigeo. Generalmente parlando è triangolare cogli angoli rotondi: vi si distinguono una faccia anteriore una laterale destra ed una laterale sinistra (1). Le trenta aperture late-

(1) Secondo Wilkinson una vertebra può muoversi per un ottavo di pollice senza comprimere menomamente la midolla spinale.

rali onde si trova penetrato sono formate da una incavatura delle radici degli archi, principalmente dalla vertebra inferiore nella regione del collo, dalle due vertebre contigue alle regioni dorsale e lombare; tali fori sono considerevoli tra le vertebre cervicali, più larghi fra le dorsali, ancora più tra le lombari; nel sacro scemano secondo che divengono più inferiori. Servono essi al passaggio dei nervi e dei vasi sanguigni. L'estremità del canale rappresenta una fessura.

La distanza tra le apofisi spinose, di cui bene si giudica massime contemplando il profilo della colonna, è maggiore nel collo che non altrove, minore che non in ogni altro sito nel dorso, media nei lombi.

Tra i vuoti esistenti fra gli archi delle vertebre, il più considerevole riesce quello fra la prima del collo e la testa; gli altri nel collo nella parte superiore del dorso e nei lombi, diventano a poco a poco sempre maggiori.

La midolla spinale non è menomamente stretta nel suo canale; quindi i movimenti diversi non le possono recar alcun danno.

La sostanza dei corpi delle vertebre è internamente cellulosa spugnosa fibrosa e pure in qualche modo irradiata, come si vede benissimo soprattutto nelle vertebre lombari. Nella fresca età essa riceve molto sangue, ed è piena di midolla. Le facce superiore ed inferiore di questi corpi sono più lisce nel circuito che nel mezzo, il quale riesce rugoso e spugnoso. La sostanza degli archi si compone di una massa ossea più densa più solida e più liscia che non quella dei corpi: non si osservano cellette midollari nel suo interno se non nei siti in cui ha più di mezza linea di grossezza. I fori destinati ai vasi sono più grandi sui corpi del lato che corrisponde al canal vertebrale.

Le vertebre offrono diverse anomalie: spessissimo il margine superiore del corpo di una di esse non è paralello all'inferiore, la metà destra di tal corpo essendo sensibilmente più alta della sinistra. In tal caso si nota d'ordinario (se avviene per cagion di morbo) che la metà corrispondente della vertebra situata di sopra o di sotto è più bassa. Da ciò risulta che la mancanza di paralellismo si trova compensata, e che per nulla pregiudica alla dirittura della colonna. Altre anomalie sono state indicate nell'occasione delle differenti parti delle vertebre.

CAPITOLO III.

DELLE OSSA DEL PETTO.

ARTICOLO I.

Delle coste.

Il numero delle *coste* (*costae*) (1) è ordinariamente di dodici da ciascun lato: non è tuttavia raro il trovarne tredici, esistendo una costa soprannumeraria o in alto o in basso. Nel primo di questi due casi la costa soprannumeraria somiglia più o meno alla prima, ed è unita per via di una cartilagine o solo mediante un legamento col pezzo superiore dello sterno. Non è mai però compiuta la somiglianza; altrimente prenderebbesi la costa di aggiunta per la prima vera, non si compute-

(1) Albino, *Tab. oss.*, XI, XII, XIII, (uomo; eccellente figura, rappresentante le coste vedute dinnanzi di lato e di dietro); *Icon. oss. foet.*, tav. XIII (fanciullo).— Bidloo, tav. XCIV (donna).

rebbero che sei vertebre cervicali, e la costa inferiore avrebbe il nome di tredicesima. Il più delle volte essa tiene il mezzo fra la prima vera costa e l'apofisi trasversa dell'ultima vertebra cervicale; la prima costa propriamente detta esiste, e si attacca al pezzo superiore dello sterno, più lunga ma più stretta del solito, donde avviene che lo spazio compreso tra essa lo sterno ed il corpo della vertebra, è sensibilmente più largo. Quando all'opposto esiste inferiormente una tredicesima costa, ha sovente così perfetta somiglianza colla duodecima consueta, che in nulla le cede quanto alla forza ed alla lunghezza; ma allora la duodecima è più grossa e più lunga dell'ordinario. Qualche volta s'incontra nella vertebra sotto della duodecima dorsale, un osso piano e bislungo, il quale come la costa soprannumeraria superiore, sembra tenere il mezzo fra una tredicesima costa e l'apofisi trasversa della prima vertebra lombare, o formare il passaggio da una costa ad un'apofisi trasversa. Si pretende ancora di aver vedute quindici coste in un uomo (1). Ma si osserva pure il caso inverso qualche volta, quello di undici coste soltanto: allora accade in alcuni casi, che tutte le coste sembrano aver larghezza e forza maggiori che non avrebbero probabilmente nel caso di un petto di eguale capacità e circoscritto da dodici coste (2).

Delle dodici paia di coste, sette comunemente in gradazione più lunghe dall'alto in basso, si fissano per le loro cartilagini ai due pezzi superiori dello sterno. Sono chiamate *vere coste*, *coste sternali* o *vertebro-sternali*. Le altre cinque dette *false*, *asternali* o *vertebrali*, decrescono all'opposto dall'alto in basso. La cartilagine dell'ottava si fissa alla settima, e quella della nona all'ottava; ma la decima l'undecima e la duodecima non si toccano per le loro cartilagini, il che loro ha portato l'epiteto di *ondeggianti*. Molti casi però vi sono in cui otto coste si uniscono allo sterno dimodochè non se ne trovano che quattro false.

La prima costa è comunemente fra le vere la più corta la più curva la più larga, quella la cui faccia superiore presenta più rugosità, quella che ha maggior forza avuto riguardo alla sua piccolezza. Ha pure il più lungo e più stretto collo; è quella che si dirige meno obbliquamente verso lo sterno, alla parte superiore del quale si fissa mediante una cartilagine più corta di ogni altra, più dura ed altresì più larga tanto nella sua estremità costale che massime nella sternale.

Le coste seconda terza quarta quinta sesta e settima diventano gradatamente sempre più lunghe; la forza proporzionale di tutte le loro parti e la loro obbliquità dall'alto in basso crescono pure a poco a poco. Le loro cartilagini le quali anzichè essere discendenti come quella della prima costa, sono orizzontali nella seconda, e sempre più ascendenti partendo dalla terza, diventano più lunghe e più grosse, ma scemano in larghezza nella parte superiore; terminano con una estremità rotonda o angolosa. Sono realmente articolate col pezzo medio dello sterno, come quella della prima costa, confuse col pezzo superiore di quest'osso.

Comunemente le cartilagini delle coste quinta sesta settima ed ottava sono articolate insieme per via di un prolungamento discendente dalla superiore, così la sesta mediante un prolungamento della quinta, e via discorrendo. Talvolta sono così unite solo quelle delle vere coste sesta settima ed ottava; ma talora avviene anche lo stesso di quelle della sesta della settima dell'ottava e della nona. In alcuni tre o quattro cartilagini si confondono su quel punto in un pezzo indivisibile. La cartilagine della quinta costa tiene d'ordinario a quella della sesta per un'appen-

(1) Bertin, *Osteolog.* p. 142.
(2) Come lo si vede nella raccolta di Soemmerring.

dice di tal genere nel lato destro, ma non nel sinistro. Quando esistono otto vere coste, la sesta opera siffatta congiunzione.

L'ottava costa è nel totale più corta della settima; ma per rispetto alla sua parte ossea risulta la più lunga di tutte, benchè non sia la più forte, poichè si assottiglia alquanto nella sua estremità sternale. Essendo ancora più obbliqua della settima, la sua cartilagine riesce più tenue e più corta di quella di quest'ultima, e termina in punta acuta. Abbiamo testè detto che essa si congiunge a quella della settima per un prolungamento che da questa deriva.

La nona costa è già sensibilmente più corta dell'ottava e più tenue in ogni sua parte. La sua cartilagine è ancora più acuminata, e talvolta si lega ad un prolungamento di quella dell'ottava.

Le coste decima ed undecima sono ancora più corte e più tenui tanto nella loro parte ossea che nella loro cartilagine; sono egualmente più obblique della nona. Le loro cartilagini terminano meno acutamente.

La duodecima costa è la più corta, la più debole e la più piana di tutte le false coste. La sua cartilagine risulta la più corta, la più ottusa, talora anche appena sensibile. Spesso non è tanto obbliqua quanto l'undecima, massime quando è meno lunga del solito.

Ciascuna costa porta nella parte posteriore una *testina (capitulum costae)* rotonda o angolosa, secondo che si articola con una sola vertebra come la prima, la penultima e l'ultima, o che si trova articolata fra due vertebre. Nel primo caso la testa è rotonda, e angolosa nel secondo. Però le teste angolose hanno la maggior parte della loro estensione in rapporto colla vertebra inferiore.

Dopo la testa viene una parte rotonda ed alquanto più stretta che si chiama il *collo (collum, cervix)*, di cui solo le coste penultima ed ultima vanno sprovviste. Questo collo finisce in un *tubercolo (tuberculum articulare)*, che si adatta alla faccetta articolare dell'apofisi trasversa della vertebra situata sotto di esso. Immediatamente sopra di quella superficie articolare si trova altresì, il più delle volte un piccolo tubercolo o soltanto una rugosità, che dà attacco al legamento trasverso. Indi ciascuna costa scema a poco a poco in grossezza e forza, diventa anche quadrangolare, e presenta in dietro una cresta obbliqua dall'alto in basso, che serve di attacco al muscolo sacro-lombare, e dà ad alcune coste apparenza angolosa *(cubitus)*.

È verso di questa regione che il suo margine inferiore risulta più tagliente. Indi la costa si tondeggia, cresce alquanto in larghezza e rotondità verso la sua estremità anteriore fino alla settima, diminuisce dall'ottava sino all'ultima, e termina con una cartilagine, la quale dapprima le somiglia in modo rispetto alla forma ed al volume, da doverla riguardare come la continuazione di essa. Questa cartilagine per quanto è lunga in alcune coste, pure non arriva mai alla lunghezza della parte ossea.

Tutta la faccia interna di una costa è liscia ed eguale; così pure la maggior parte della faccia esterna, la quale però offre quasi sempre delle rugosità ineguali in diversi punti. Il margine superiore è rotondo in dietro, ed innanzi diventa a poco a poco tagliente: le inserzioni dei muscoli intercostali vi producono ineguaglianze: è uniformemente onduloso ma meno dell'inferiore. Il margine inferiore risulta tagliente concavo in dietro e più tagliente che non altrove nella regione dell'angolo: diviene ottuso a poco a poco lateralmente ed in avanti: presenta aspetto onduloso, massime nelle persone robuste. Sulla faccia esterna delle due coste superiori si osserva anche uno sfondo ed un elevamento ineguale, i quali corrispondono alle inserzioni dei muscoli scaleni e del gran dentellato. Il margine inferiore della faccia interna delle coste offre, nel sito in cui si ripiega di dietro sul lato, un solco il quale scom-

parisce in prosieguo, ed è occupato dai nervi intercostali coi vasi di egual nome. Talvolta questo solco è appena visibile sulla prima costa e sull'ultima.

La curvatura particolare ellittica o in forma di falce, generalmente si comporta in guisa riguardo alla parte ossea, che la prima costa è la più curva di tutte, e le altre lo sono sempre meno sino all'ultima, la quale lo è poco o nulla. La curvatura della parte ossea massime nelle coste superiori, è manifestamente composta di due archi appartenenti a cerchi differenti; la parte posteriore della costa è un segmento d'un cerchio assai più grande di quello della parte che vien dopo. La curvatura della parte cartilaginosa segue la direzione del gran segmento di cerchio della parte ossea nelle coste prima seconda penultima ed ultima, mentre nelle altre otto coste le cartilagini si ricurvano ancora grandemente per ascendere quasi in linea retta verso il lato anteriore dello sterno. Inoltre le facce laterali interna ed esterna delle coste non seguono dovunque quella curvatura generale, ma ne descrivono anche una particolare, la quale fa sì che il loro margine superiore, divenendo sempre più tagliente di dietro in avanti, e continuando sempre a discendere, giunge insensibilmente nelle vere coste a collocarsi alquanto più in dentro che non il margine inferiore, il quale quasi dappertutto è ancora molto più tagliente dell'altro. La torsione delle facce laterali è alquanto differente nelle false coste.

Nella parte posteriore delle coste, là dove si unisce questa parte per una testina col corpo di una vertebra e per una superficie più piana con una superficie sottogiacente dell'apofisi trasversa d'una vertebra inferiore, la distanza tra le due superficie articolari diminuisce sino alla terza costa, poco o nulla scema nelle seguenti, ma partendo dalla ottava, subisce gradatamente tale diminuzione che nella undecima costa la superficie articolare sembra riunita coll'apofisi trasversa. La distanza tra la linea aspra obbliqua e la tuberosità diminuisce a poco a poco sino alla nona o decima costa; nella prima la linea e la tuberosità riescono nel medesimo sito.

Di tutte le ossa le coste sono le sole, come si può verificare mediante una pressione esercitata sul proprio corpo, che posseggono elasticità considerevole. Siffatta proprietà persiste anche dopo la morte; essa dipende principalmente dalla loro forma arcuata e storta, siccome dalla poca loro grossezza in proporzione alla loro lunghezza. Però nulla ha di particolare la loro sostanza; come in tutte le altre ossa essa risulta internamente cellulosa e piena di midolla.

La cartilagine che termina la parte ossea vien ricevuta da uno sfondo di quest'ultima, nel quale la sostanza ha un carattere spugnoso.

Alle coste si attaccano i loro corti e lunghi elevatori, gl'intercostali interni ed esterni, il triangolare dello sterno, il diaframma, il quadrato dei lombi, lo sterno-tiroideo, gli splenii, i pettorali, il gran dorsale, il sotto-claveare, i tre dentellati, i due obbliqui, il trasverso ed il retto del basso-ventre, le parti interna ed esterna del sacro-lombare ed il cervicale discendente.

Per rispetto allo scheletro le vere coste sono unite alle vertebre dorsali (la superiore talvolta all'ultima cervicale), indi mediante le loro cartilagini collo sterno; la quinta sesta settima ed ottava lo sono pure insieme per via dei prolungamenti delle loro cartilagini. Le cinque false coste tengono alle vertebre del dorso; l'ottava e la nona si uniscono pure insieme in avanti per mezzo delle loro cartilagini. Sono specialmente le coste che contribuiscono a formare la cavità toracica; esse pure molto concorrono alla formazione della cavità addominale.

Le coste fra le parti dello scheletro si sviluppano compiutamente più presto: nessun altro osso, salvo gli ossicini dell'udito, non è quanto esse compiuto nel feto a termine. Però le loro teste non si riuniscono al rimanente che verso l'epoca dell'intero incremento di tutte le ossa del corpo.

Variano le coste e pel loro numero, siccome fu detto sopra, e sotto diversi altri rapporti (1), al segno che è cosa rara il trovarne una dal lato destro che per leggi di simmetria somigli alla sua corrispondente dal lato sinistro. Alcune volte tutte quelle del destro lato sono più lunghe più larghe e più grosse di quelle del lato sinistro; altrove la cosa è inversa. Variano specialmente le quattro coste inferiori per rispetto alla lunghezza ed al volume loro, e tra esse principalmente l'ultima la quale, nonostante la sua cortezza, supera spesso di oltre un pollice la corrispondente dal lato opposto. Talvolta una costa da un lato ha una larghezza fuor d'ogni proporzione con quella del lato opposto (2). Siffatta particolarità può arrivare al segno che la costa presenti un foro nel suo mezzo o anche sia biforcuta, e si fissi allo sterno per via di due cartilagini (3). In alcuni casi per converso due coste da un lato soltanto riescono nel pezzo medio dello sterno per una sola cartilagine (4); qualche volta una cartilagine compiuta serve per dir così di supplemento a questa ultima, e tiene da una parte allo sterno per la grossa estremità, dall'altra alla cartilagine unica per la sua cima (5). In diversi individui una delle coste differisce sensibilmente da quella del lato opposto pel suo modo di curvatura. Spesso l'estremità cartilaginosa d'uno di tali ossi è molto più lunga più grossa più larga e curvata da un lato diversamente da quello opposto. Alle volte non si vede che da un lato solo confondersi la cartilagine d'una costa con quella d'un altra costa, dalla quale ordinariamente è distinta (6); vi sono dei casi in cui tale disposizione avviene per parecchie cartilagini. È cosa rara che le cartilagini s'inseriscano esattamente l'una rimpetto all'altra nel pezzo medio dello sterno: comunemente quelle di un lato vi si fissano o più giù o più su che non quelle dell'altro lato. Qualche volta la cartilagine della settima costa da un lato non arriva sino allo sterno e non fa che andare incontro a quella della settima costa opposta (7). Quindi è che lo spazio triangolare compreso fra le cartilagini delle ultime vere coste e le tre o quattro cartilagini delle false coste riesce di rado simmetrico. Del pari si trova indietro l'articolazione delle coste colle vertebre essere da un lato notabilmente diversa che non nell'altro: così l'intera serie delle teste fa talvolta un'impressione sui corpi delle vertebre più profonda da un lato che non dall'altro: o siccome la testa si articola tra due vertebre, spesso accade che la vertebra superiore prende più parte a quell'articolazione nel lato destro, e l'inferiore nel lato sinistro. Alcune volte la costa destra e la sua testa sono collocate più in avanti che non la sinistra corrispondente. Talora due o anche più coste sono insieme unite per via di un pezzo intermedio. Si son vedute unirsi la quarta e la quinta indietro nella regione della tuberosità mediante prolungamenti, ed esistere un ossicino tra esse (8).

(1) Soemmerring dimostrò in un'opera speciale (Berlino, 1794) quanto devono le coste soffrire per compressione esercitata dai busti.

(2) Soemmerring possedeva una costa larga un pollice e mezzo.

(3) *Stor. dell'Accad. reale di med.*, Parigi, 1779, tav. 3, fig. 5. — L'autore di un articolo nella *Gazzetta* di Halle (1808, n. 153) vide la fessura in cinque individui, e sempre nella quarta o terza costa dal lato destro.

(4) Albino, *annot. acad.* L. 2, t. VII, f. 8. — Cheselden, tav. 17, fig. 2.

(5) Cheselden, tav. 17. fig. 2.

(6) *Vedi* la prima tavola dello scheletro di Albino, e quella dello scheletro della donna di Soemmerring.

(7) Secondo Mekel su centotto casi ve ne sono dodici in cui la cartilagine della ottava costa destra s'inserisce nel pezzo inferiore dello sterno, e solo sette nei due lati.

(8) Leveling, *Obs. anat. rariores*, fasc. I. p. 152, tav. 5. fig. 6.

ARTICOLO II.

Dello sterno.

Lo *sterno (sternum, ossa pectoris, xiphoïdes)* (1) si compone di tre pezzi, formanti la parte anteriore e media dello scheletro della cavità toracica, ed insieme uniti per via di dischi cartilaginosi tenui, che li lasciano alquanto agire l'uno sull'altro. Il pezzo superiore o l'*impugnatura (manubrium sterni)* è ottagono; il seguente o il *corpo* è più lungo, e termina in basso con una estremità ottusa; l'ultimo o l'*appendice xifoide (processus xiphoideus)* il più piccolo ed il più tenue, finisce in una punta cartilaginosa. Spessissimo già si vede nell'adulto il pezzo inferiore confuso col medio, senza che le altre cartilagini del corpo ancora offrano nessun indizio di ossificazione; quindi allora lo sterno non si compone che di due pezzi il superiore e l'inferiore. Egli è raro eziandio nei teneri bambini, che una semplice cartilagine sostituisca il terzo pezzo.

L'impugnatura dello sterno è più grossa più forte e più larga, ma più corta del corpo. Essa è così intimamente unita alle cartilagini del primo paio di coste come al pezzo medio, e si articola colle clavicole. La sua riunione col corpo dell'osso è il punto in cui si congiunge la cartilagine angolosa del secondo paio di coste; nei siti in cui i pezzi ossei erano dianzi separati nel fanciullo, vi giungono egualmente le estremità sternali delle cartilagini delle paia seguenti fino al settimo paio, che trovasi collocato fra l'estremità del corpo ed il principio dell'appendice xifoide. Comunemente le cartilagini del primo paio di coste sono le più distaccate l'una dall'altra. Le tre o quattro ultime paia di coste s'inseriscono a distanze sempre più piccole, riguardo tanto alla larghezza che alla lunghezza dello sterno, sicchè spessissimo le cartilagini della settima giungono sino a toccarsi; ma sempre il terzo pezzo dello sterno o l'appendice xifoide è collocato più dentro, in guisa che le cartilagini dell'ultimo paio di vere coste lo coprono parzialmente in avanti. Talvolta vi ha una progressione quasi regolare dall'alto in basso, relativamente alla distanza fra la cartilagine d'una costa e la superficie articolare destinata a quella della seguente, il massimo di tale distanza si verifica fra la prima e la seconda costa, ed il minimo fra la sesta e la settima. Tra le superficie articolari i margini laterali del corpo dello sterno sono concavi, li fa sembrare ondulosi considerandoli nel loro insieme. Così i pezzi dello sterno sono talmente disposti che le cartilagini delle coste li abbracciano e sostengono, mentre fanno essi lo stesso rispetto alle cartilagini.

Il margine superiore dell'impugnatura dello sterno, dietro al quale si trova l'asperarteria, offre una incavatura semilunare, chiamata *forchetta dello sterno (incisura semilunaris)*. Sulla parte superiore dei margini laterali posano le estremità sternali delle clavicole; nella loro parte media s'inseriscono le cartilagini del primo paio di coste: le parti inferiori sono le più taglienti.

Il margine inferiore è unito al corpo dell'osso per una massa cartilaginosa. Non è raro che tal pezzo medio offra un considerevole foro, per lo più asimetrico, il quale però era riempito in vita da cartilagine e fibre tendinose.

Trovasi anche, cosa tuttavia rara nella età matura, l'appendice xifoide separata dal corpo mediante una linea cartilaginosa o altro indizio qualunque.

(1) Bausner *(De consensu*, 1656, p. 50 e 60) già usa il vocabolo sterno nel plurale.

Ordinariamente lo sterno considerato nel suo complesso descrive un arco, di cui la concavità corrisponde in dentro, e la convessità in fuori.

Lo sterno è un osso piano, la cui grossezza scema a poco a poco inferiormente. La sua parte superiore, nel sito in cui si articolano con esso le clavicole, è la più grossa, e la più tenue l'inferiore; la prima anche risulta molto più grossa nel suo margine superiore che non nell'inferiore. Il corpo conserva quasi la medesima grossezza sino presso la sua estremità inferiore; ma scema rapidamente quella dell'appendice xifoide. La faccia interna dei tre pezzi è assai liscia, solo alle volte alquanto scavata; l'esterna offre rugosità destinate alla inserzione dei legamenti. Del resto l'osso è leggero e spugnoso.

Al pezzo superiore si attaccano il muscolo gran pettorale lo sterno-cleido-mastoideo lo sterno-ioideo e lo sterno-tiroideo; al medio il gran pettorale innanzi, ed il triangolare dello sterno indietro; all'inferiore il retto del basso-ventre il diaframma ed il triangolare dello sterno.

Nel bambino a termine il pezzo superiore offre un punto d'ossificazione, di rado due; uno ve ne ha ordinariamente nel medio; uno pure ne possede l'inferiore. Ma spesso si scorge nel corpo una doppia serie di noccioli ossei. In generale tale osso va soggetto a numerose anomalie quanto al suo sviluppo ed alla sua ossificazione.

I pezzi sternali variano infinitamente tanto in generale quanto l'uno rispetto agli altri. Talvolta il superiore riesce più lungo che largo; in altri casi la cosa è inversa. Per lo più è desso più largo del corpo, sebbene pure si osservi qualche volta il contrario, ed è più stretto nel suo margine inferiore. La riunione di questo pezzo col medio sembra essere anormale.

Il pezzo medio risulta lungo e stretto, talora più corto e più largo, tal altra più stretto nelle estremità, la superiore specialmente, e più largo nel mezzo; qualche volta d'una stessa larghezza generalmente, qui ovale colà quasi quadrilatero altrove diviso nel suo margine inferiore. Alcune volte affatto manca per vizio primitivo di conformazione (1).

Il pezzo inferiore colle sue estremità cartilaginose è quello che varia maggiormente per le dimensioni (2) la figura la grossezza la lunghezza la curvatura ed il modo di connessione. Talvolta biforcuto lo si trova anche penetrato da un foro. Talora la parte ossea e talora la parte cartilaginosa è la più grossa. Non è raro che non esista questo pezzo.

ARTICOLO III.

Della cassa toracica.

La cassa toracica *(thorax)* (3) composta di trentanove ossi e di alcune cartilagini, ha esternamente la forma di cono, di cui la cima troncata obbliquamente di

(1) G.-R. Widdemann, *Programma ueber das fehlende Brustbein*. Brunswick. 1794. — Soemmerring vide lo stesso caso in un uomo vivo. — Devesi egualmente qui riferire il proprio caso di Meyer *(Sammlung med. chir. Boebachtungen*. 1003) che lo considerava come una frattura lungo lo sterno. G.-A. Ficker (*Beitroege zur Arzneiwissenschaft*, Munster, 1796, pag. 76) dà a tale anomalia il nome di scissura dello sterno.

(2) Hildebrandt possedeva un'appendice xifoide lunga tre pollici. Desault (Gavard, *Trattato d'osteologia*, Parigi, 1805, t. II, p. 45) vide discendere la cartilagine sino all'ombilico.

(3) Albino *Tab. sceliti*, I, II e III (uomo). Soemmerring rappresenta il torace della donna nella sua *Tabula sceleti feminini*.

dietro in avanti sarebbe rivolta in su, ed in giù la base. Rotonda ed ovale sui lati è dessa appianata innanzi, e più larga indietro, ove si notano nel mezzo due solchi discendenti lungo la rachide, tra i quali sorge la serie delle apofisi spinose delle vertebre.

Nell'interno il torace forma un cavità, la cui sommità è la parte più stretta, ma che si allarga a poco a poco dall'alto in basso, stante che la crescente lunghezza delle coste, la curvatura della rachide indietro, quella dello sterno e la distanza maggiore in basso che non in alto, separa quest'ultimo dalla colonna vertebrale. Verso giù per altro si ristringe alquanto pel minoramento di lunghezza delle false coste pel maggiore sporgimento dei corpi delle vertebre che hanno più grossezza, e per la curvatura inversa della estremità inferiore del sacro; ma è sempre molto più spazioso che non in alto.

Le pareti del petto sono intorno interamente lisce. L'elevamento della rachide divide questa cavità in due metà, l'una a destra l'altra a sinistra. Il petto apparisce alquanto più piano avanti che indietro, stante l'appianamento delle coste in avanti e massime per le loro cartilagini e la lunghezza dello sterno. Sui lati esso descrive una curva ellittica. Di dietro sembra ancora più piano all'esterno che lateralmente; ma internamente nei due lati della colonna vertebrale ad evidenza mostra maggiore concavità. Tutte le coste, salvo l'ultima, hanno bensì una obbliquità crescente dall'alto in basso, in guisa che l'altezza della loro estremità superiore supera quella dell'anteriore; ma questa obbliquità non è dappertutto eguale. Di dietro tutte le coste tranne l'ultima, fanno quasi lo stesso angolo colla rachide.

Le coste non sono parallele tra loro; primieramente perchè le loro teste sono notabilmente più ravvicinate in dietro che non innanzi le loro estremità sternali; poi perchè in avanti le cartilagini delle cinque vere coste inferiori si ravvicinano talmente che cinque o sei si toccano immediatamente. Finalmente perchè la loro mobilità esser doveva diversa, e le loro facce laterali comportano una specie di torsione; quindi anch'esse lasciano tra loro degl'intervalli, che non sono limitati da linee parallele. Comunemente lo spazio compreso tra la prima e la secondo è per tutto assai largo; ma il più largo di tutti è quello che esiste fra la seconda costa e la terza. Gli spazii seguenti diminuiscono in larghezza; solo quelli che regnano fra le tre ultime coste sono proporzionatamente più larghi di quelli che si osservano dalla terza sino alla nona (1). Inoltre lo spazio compreso tra ciascun paio di vere coste risulta maggiore verso lo sterno che non nel mezzo o di dietro. Il maggiore è quello che lasciano fra di esse la settima costa e l'ottava. L'incremento della lunghezza, l'obbliquità crescente dall'alto in basso nella parte ossea, e dal basso in alto nella parte cartilaginosa, l'estensione degli spazii intercostali, ed il modo di congiunzione tanto in avanti che indietro, fanno sì che la mobilità della seconda costa superi quella della prima, che la terza prevalga per tal ragione alla seconda, la quarta alla terza, e che così cresca la mobilità di questi ossi secondo che diventano più inferiori, ed aumenti a poco a poco sino al penultimo o all'ultimo. La prima vera costa per quanto sia libera di dietro, non può muoversi senza trasportar seco lo sterno, stante la sua cartilagine congiunta con quell'osso. L'ultima costa è talvolta la meno mobile di tutte, tanto sola che collettivamente colle altre: fa passaggio alle apofisi trasverse immobili della vertebra lombare superiore, sì a causa della brevità e della rigidezza del legamento trasversale, come pel grande angolo che descrive colla rachide, e pel muscolo quadrato dei lombi che vi si attacca.

(1) Per iscorgere siffatta disposizione non convien usare uno scheletro secco, nel quale le cartilagini costali sono ritornate sopra se stesse.

I pezzi dello sterno sono uniti insieme in guisa che il tutto rappresenta un arco schiacciato, convesso innanzi concavo indietro. Essi figurano altresì innanzi e indietro un corpo che si assottiglia dall'alto in basso, però acquista alquanta più larghezza fra l'attacco del quarto paio di coste e quello del quinto, ma si restringe poi rapidamente. L'allungamento graduale delle cartilagini delle vere coste che ricevono tra loro lo sterno, fa sì che nella ispirazione l'estremità del pezzo medio di quest'ultimo non si allontani spesso tanto dalla colonna vertebrale quanto il pezzo superiore. L'incavatura compresa in avanti, fra le cartilagini dell'ultima delle vere coste e quella delle tre o quattro seguenti paia di false coste, incavatura in cui discende il mezzo dell'apofisi xifoide, e non riempita che di carni e pelle, presenta forma triangolare; ma molto variano la sua altezza e la sua larghezza.

Ove si praticasse un taglio orizzontale nel cono della cavità toracica, la maggiore superficie del cono corrisponderebbe approssimativamente alla regione della settima o ottava costa; quivi pure dunque l'espansione e la compressione determinar debbono sensibilissimi cangiamenti rispetto all'incremento o alla diminuzione della capacità interna del petto. Tali cangiamenti avvengono quando le coste sono sollevate; allora la prima ascende alquanto, la segue la seconda, la terza ubbidisce ancora più facilmente alla seconda, stante la sua mobilità maggiore, e così successivamente sino alla duodecima. In pari tempo i pezzi della sterno s'innalzano e si allontanano dalla colonna vertebrale; però il loro margine inferiore si discosta in proporzione più da quest'ultima che non il superiore; la congiunzione della impugnatura col corpo si curva ad angolo, e quindi impedisce il sito ove è posto il cuore si dilati; le coste al contrario seguono l'ascensione dello sterno. Si può sino ad un certo punto paragonare quest'ingrandimento e questo restringimento della cavità toracica a quelli del corpo d'un mantice posto in azione.

Nel vivo possenti muscoli fanno provare talvolta al petto una diminuzione superiore a quella che subisce dopo la morte o nello stato ordinario e quieto della espirazione, ma quasi sempre in modo brusco e violento, come nello starnuto. Qui le coste si abbassano e si ravvicinano per modo in qualche guisa convulsivo.

Nei due casi di dilatazione e di restringimento della cavità pettorale, il mutamento che avviene risulta molto più considerevole in avanti che non indietro, perchè le coste poco si torcono nella loro estremità superiore, mentre assai s'innalza la loro parte anteriore, e la colonna vertebrale si riporta in dietro.

Dalle cartilagini situate fra le vertebre dorsali deriva che il petto e la rachide si accorcino tra il collo ed i lombi per l'effetto d'una stazione prolungata mentre il decubito sul dorso li allunga. I dischi si abbassano alquanto pel peso del corpo che si regge sulla colonna vertebrale nello stare in piedi; il liquido che contengono è spremuto in parte; l'altezza della colonna diminuisce dunque sensibilmente, massime ne' giovani di molle complessione; ma la posizione di adagiamento sul dorso fa loro ricuperare l'umidità e l'elasticità perdute, e con ciò riconducono la colonna vertebrale alle sue precedenti dimensioni di lunghezza. In uno dei casi quindi il petto diventa più alto, e più basso dell'altro. Le cartilagini intervertebrali sono inoltre la causa per cui la colonna si lascia piegare in avanti in dietro a destra ed a sinistra, benchè meno in queste due ultime direzioni, finalmente in tutte le direzioni intermedie fra quelle. Infatti è talvolta mestieri che la rachide si discosti dalla linea retta per equilibrare il peso del corpo; per esempio quando si sta sopra una gamba e si porta tutto il proprio peso dal lato opposto, la colonna si piega e dirige la convessità del suo arco verso il lato opposto (1). In pari tempo le coste

(1) Albino, *De sceleto*, p. 87.

si ravvicinano tra loro alquanto dal lato che serve di punto d'appoggio, e si allontanano dall'opposto lato; quindi il petto si ristringe dal lato verso il quale si ravvicinano le coste, e si allarga dall'altro (1).

La variabilità della cavità toracica nei movimenti di torsione di flessione in avanti in dietro a destra a sinistra, fino a che tali movimenti sono determinati dalle cartilagini intervertebrali, dalla direzione delle apofisi spinose e dalla situazione delle coste, risulta evidentemente maggiore in basso che non in alto; nella flessione in avanti in dietro o di lato, stante massime la grossezza crescente dei dischi cartilaginosi; nella flessione in dietro per l'ostacolo che si oppongono reciprocamente le apofisi spinose delle vertebre; nella torsione finalmente, perchè le coste non più si portano tra loro impedimento.

Considerata generalmente la cavità toraciea è assai simmetrica, e quindi le due sue metà quasi si somigliano; ma è duopo non prendere quest'asserzione secondo la lettera, giacchè comunemente una metà apparisce più grande o diversamente conformata, per esempio più convessa più piana ecc. dell'altra. Non si creda che questo sia un vizio di conformazione di nascita o acquistato per malattia, ordinariamente una piccola modificazione dal lato opposto rende tale difetto insensibile o almeno incapace di nuocere. Non si potrebbe dunque valutare rigorosamente quale sia la capacità del petto.

La cassa toracica, i cui interstizii sono riempiti da muscoli e fibre tendinose, che la pleura riveste di dentro, e che di fuori la cute trasforma in vera cavità, racchiude nell'uomo oltre i due polmoni che ne riempiono la più gran parte, il cuore i tronchi di tutte le arterie e di tutte le vene, i due tronchi dei linfatici, con diverse glandole che loro appartengono, molti nervi, l'asperarteria, l'esofago, il timo, e sparsamente dell'adipe, il quale fra gli altri guernisce la pleura costale il circuito del cuore ed i mediastini.

Al di sotto del diaframma che vi si attacca a guisa di volta, tale cavità accoglie il fegato lo stomaco la milza i reni, e diverse parti del canal intestinale. Colla sua unione coi muscoli addominali e lombari, la cassa toracica prende anche gran parte alla formazione della cavità addominale, in guisa che esercita grande influenza su tutti i visceri, vasi e nervi contenuti in quest'ultima.

Non essendo la cavità addominale menomamente separata dalla pelvica, nessun cangiamento di capacità avvenuto nell'una o nell'altra può mancar di reagire sulla cavità toracica. Finalmente siccome i vasi arteriosi venosi e linfatici del petto e del ventre comunicano liberamente con quelli della testa, così deve questa risentirsi di qualunque alterazione notabile sopravvenuta nella capacità dell'una o dell'altra delle due prime cavità splancniche. Nei fanciulli il torace risulta in proporzione più conico più convesso e più ampio che non nell'adulto.

(1) Albino *de sceleto* p. 113.

CAPITOLO IV.

DELLE OSSA DEI MEMBRI SUPERIORI.

ARTICOLO I.

Della clavicola.

Le *clavicole (clavis, clavicula, ligula, furcula, os juguli)* (1) sono situate come due puntelli alquanto sopra al primo paio di coste fra lo sterno e l'acromio dell'omoplata, apofisi colla quale, come pure colla prima costa, sono unite per via di legamenti.

Si distingue in ciascuno di questi ossi una estremità sternale, un corpo o pezzo medio, ed una estremità scapolare.

L'estremità sternale è in qualche modo triangolare, rotonda sugli angoli. La sua faccia articolare, circondata di cartilagine e rivolta in dentro, riesce ineguale e leggermente concava; si dirige obbliquamente di dietro in avanti.

Il pezzo medio è curvato in forma di S allungata. La prima curvatura, che abbraccia più della metà della lunghezza, è diretta in avanti e segue in qualche modo la curvatura del petto, da cui per altro si allontana. La seconda in direzione inversa della precedente alla quale succede subito, ha la sua faccia superiore leggermente convessa pel verso della lunghezza, e l'inferiore alquanto concava. Partendo dalla estremità sternale ove il pezzo medio ha più grossezza che altrove, essa diventa a poco a poco più rotonda più tenue e più liscia, per adattarsi in qualche modo all'appianamento dell'acromio. La prima curvatura è liscia in dietro, inegualissima innanzi per le rugosità che danno attacco al muscolo pettorale, e mostra in alto indizii di quella dello sternocleido-mastoideo. La seconda offre in dietro un debole vestigio dell'attacco del trapezio, ed in giù una fossetta destinata al legamento che si porta alla prima costa: anteriormente riesce assai rugosa, e di sotto presenta una incavatura pel muscolo sotto-clavicolare. Verso l'estremità scapolare si osserva una forte rugosità per l'inserzione dei legamenti che si portano all'apofisi coracoide.

L'estremità acromiale si trova fortemente unita mediante legamenti coll'acromio, per una superficie trasversale ovale, incrostata di cartilagine e diretta in fuori; nel rimanente è ineguale e rugosa.

La sostanza della clavicola, come in tutte le lunghe ossa, è spugnosa nelle estremità, più compatta e fornita di cellette midollari nel mezzo. Verso il mezzo del suo margine posteriore si scoprono uno o due fori considerevoli, che riescono in canali vascolari, i quali tengono direzione obbliqua.

Nel bambino a termine la clavicola è ancora cartilaginosa nelle due sue estremità; ma in proporzione è il più sviluppato di tutti gli ossi del membro superiore, ed acquista sufficiente sviluppo per ritenere convenevolmente le scapole congiunte al torace. L'estremità sternale resta epifisata sino all'epoca circa del compimento dello scheletro, e nondimeno la clavicola è di tutti gli ossi quello che comincia il primo ad ossificarsi.

L'estremità sternale è la parte che varia maggiormente; essa trovasi quando

(1) ALBINO, tav. XV (uomo): *Icon. oss. foetus*, tav. XIII, fig. 106. — BIDLOO tav. XCV (donna)

più e quando meno grossa. L'osso medesimo è più o meno ricurvato. In alcuni rari casi ne manca una parte, l'esterna specialmente, che viene allora sostituita da una esile apofisi della scapola (1).

ARTICOLO II.

Della scapola.

Le *scapole (scapula scoptula omoplata)* (2) sono situate al di dietro in ciascun lato della rachide verso la parte superiore del torace, a cui si adatta in qualche modo la loro concavità. Tali ossi si attengono alla testa alla colonna vertebrale ed alle coste per via di muscoli soltanto; ma sono articolati con le clavicole e gli omeri. Avendo ciascun di essi forma triangolare, vi si distinguono margini facce ed angoli.

Il margine superiore o cervicale è il più corto il più tagliente ed il men curvo; vi si osserva nella base dell'apofisi coracoide una incavatura per la quale passano vasi e nervi.

Il margine posteriore o vertebrale o piuttosto interno, che si chiama altresì *base della scapola (basis scapulae)* è il più lungo di tutti ed arcuato.

Il margine esterno o ascellare risulta il più grosso e leggermente convesso: si compone di due labbra. Immediatamente al di sotto del collo vi si vede il segno rugoso dell'inserzione della lunga parte del muscolo tricipite brachiale.

L'angolo superiore riesce in qualche modo tronco. L'inferiore è meno ottuso, ma si ha circuito rotondo. Invece di un angolo esterno si trova la parte articolare della scapola. Questa parte dell'osso risulta corta grossa ineguale e rugosa nella sua circonferenza, sporgente in dietro ed in avanti e presenta dietro di se una parte ristretta, nominata *collo della scapola (collum scapulae)*. La sua superficie articolare o *cavità glenoide* coperta di cartilagine è leggermente concava, è ovale arcuata nel suo margine posteriore, incavata nell'anteriore, e diretta in fuori ed alquanto in su ed in avanti. Dal collo nasce l'*apofisi coracoide (processus coracoideus, unciformis, ancoralis, rostriformis)*, che supera la cavità glenoide, sopra la quale si porta obbliquamente in fuori ed in avanti. Quest'apofisi è più larga che altrove nella sua base; partendo dal lato anteriore del collo è liscia ed incavata pel tendine del muscolo sopra-spinoso: la sua cima ottusa e ricurvata presenta delle rugosità destinate alla inserzione del piccolo pettorale del bicipite e del coraco-brachiale; risulta nel suo complesso più larga che grossa, e torta dall'alto in basso. L'articolazione della spalla si trova da essa protetta in avanti, come lo è dessa in dietro dall'acromio.

La faccia posteriore esterna o dorsale della scapola è convessa quando viene considerata generalmente ed ha per lo più arrovesciati i suoi orli; liscia di sopra la spina, e scavata per ricevere il muscolo sopra-spinoso *(fossa sopra-spinosa fossa supra-spinata)*, sufficientemente incavata di sotto per accogliere il muscolo sotto-spinoso *(fossa sotto-spinosa fossa infra-spinata)*, essa presenta in quest'ultimo sito delle ineguaglianze, e quasi sempre vi si osservano degli elevamenti corrispondenti

(1) Il più delle volte la clavicola destra è più curvata della sinistra, pel più frequente uso che si fa del braccio destro (PORTAL, t. I, p. 15).

(2) ALBINO, tav. XVI (uomo); *Icon. oss. foetus*, tav. XII, fig. 114, 118, 119 (fanciullo). — BIDLOO, tav. XCV (donna).

agli sfondi della faccia anteriore, e degli sfondi che corrispondono agli elevamenti di quest'ultima. Su questa faccia sorge dalla base dell'osso fino al suo collo, una eminenza chiamata *spina della scapola (spina scapulae)*, la quale diretta per traverso diventa a poco a poco più alta e più larga, offre una incavatura rotonda e liscia dietro il collo, fa un grande elevamento di sopra all'articolazione, lasciando una specie d'incavatura pel tendine del muscolo sotto-scapolare, e termina con una estremità ottusa a cui si dà il nome di *acromio*. Dapprima la spina è concava tanto in alto che in basso; dipoi la sua faccia superiore subisce una tale torsione da corrispondere obbliquamente in giù verso il collo: la sua faccia superiore descrive dunque una convessità in quel tragitto, e la torsione che incontra ascendendo fa sì che diventa a poco a poco posteriore e finalmente superiore. Per altro la faccia inferiore della spina è angolosa in qualche estensione, per la qual cosa la spina medesima considerata nel suo complesso acquista apparenza trigona. Il suo dorso è onduloso. La parte compresa tra esso e l'orlo della faccia superiore della spina, e che presenta delle forti rugosità per l'attacco del muscolo trapezio, è dapprima larga nel sito in cui la spina ha ancora poco elevamento, indi diventa stretta quanto mai, si allarga poi inferiormente, di nuovo si restringe, e finalmente termina nell'acromio allargandosi ancora una volta: oppure le facce della spina continuano coi margini dell'acromio, ed i margini di questo colle facce di quella. L'acromio è dritto, ed offre nel suo margine posteriore una superficie articolare trasversale ovale circondata di cartilagini. Il suo margine inferiore si rende molto rugoso per l'attacco del deltoide.

La faccia anteriore interna o costale è concava per accogliere il muscolo sotto-scapolare, massime nel sito in cui la spina s'innalza sulla faccia posteriore. Essa offre per le parti tendinose di questo muscolo tre quattro e cinque creste rugose, si riuniscono insieme verso il collo, e lasciano tra loro delle lievi concavità. Le due inferiori producono colla loro riunione presso al collo, una cresta grossa e rotonda. Vicinissimo alla base dell'osso discende ancora un'altra cresta rugosa, prodotta dalla inserzione del muscolo gran dentellato.

La sostanza della scapola è oltremodo tenue nel mezzo, più densa sui margini, ancora più nell'acromio nell'apofisi coracoide, e finalmente nel collo. Dovunque ma principalmente nei punti più densi si scorgono gli orificii di condotti vascolari, e di sotto alla spina si osserva una impressione arteriosa profonda.

Oltre il trapezio il sopra-spinoso il sotto-spinoso il gran rotondo il piccolo rotondo il sotto-scapolare il piccolo pettorale il gran dentellato il bicipite brachiale il tricipite brachiale il coraco-brachiale ed il deltoide, s'inserisce anche nell'angolo superiore dell'osso l'angolare della scapola, nel suo margine superiore lo scapolo-ioideo, finalmente nella sua base il gran romboide ed il piccolo.

Nel bambino a termine la scapola è assai imperfetta: l'apofisi coracoide l'acromio e la base sono ancora nello stato di epifisi. L'ossificazione comincia assai presto in quest'osso il quale è anche quello in cui più tardi si compie.

Il margine posteriore della scapola è più o meno rotondo, ond'è che l'osso medesimo sembra in vario grado rotondo, o differentemente allungato. In alcuni l'acromio forma un pezzo distinto, che non tiene alla spina se non per via di cartilagini, e che risulta più o meno largo o stretto, più o meno arcuato, talora angoloso talora rotondo (1).

(1) Notai in Erlang che l'acromio si articola qualche volta colla scapola mediante un vero legamento capsulare, donde risulta una mobilità che può farci credere una frattura della estremità acromiale della clavicola.

ARTICOLO III.

Dell'omero.

L'*omero (humerus os brachii)* (1) il più lungo ed il più grosso degli ossi del membro superiore, discende dalla scapola e si articola nel cubito colle ossa dell'antibraccio.

Vi si distinguono due estremità ed un corpo o parte media.

L'estremità superiore o scapolare si fa discernere per una eminenza liscia incrostata di cartilagine che si denomina la *testa dell'omero (caput humeri)*. Questa testa equivale circa al terzo d'una sfera. Il suo asse è diretto obbliquamente in dietro in dentro ed in su. Siccome essa agisce sulla cavità glenoide della scapola, che è tre o quattro volte più piccola, così costituisce l'articolazione più libera del corpo umano. Al circuito rugoso di siffatta testa si attacca il legamento capsulare. Più innanzi si scorgono due tuberosità tra loro separate da un solco. La tuberosità esterna o *trochitere (tuberculum majus)* si trova opposta alla testa, ed offre tre impronte muscolari, in alto pel sopra-spinoso, nel mezzo pel sotto-spinoso, ed in basso pel piccolo rotondo. La tuberosità interna o *trochino (tuberculum minus)* serve alla inserzione del sotto-scapolare. Il solco tra loro scavato porta il nome di *scanalatura bicipitale;* esso riceve il tendine della lunga porzione del bicipite; poco notevole verso giù, acquista la sua maggiore profondità fra le tuberosità. Di sotto alla sua testa l'omero si restringe subitamente, e da ciò risulta il suo *collo (collum)*, che continua colla diafisi.

Il corpo dell'omero è essai grosso e cilindrico in qualche estensione della sua parte superiore; indi partendo dal mezzo diventa a poco a poco più sottile, ma più largo. Considerato nel suo complesso, sembra esso aver subìta una specie di torsione di fuori in dentro e di dietro in avanti. Verso giù diventa triangolare. La sua faccia esterna si estende dalla testa sino al condilo inferiore; è in gran parte convessa; solo si appiana alquanto inferiormente. La faccia anteriore si estende dal trochitere sino al condilo anteriore ed alla faccetta articolare che riceve il radio: convessa nella maggior parte della sua estensione, è concava verso giù. La faccia posteriore si estende dal trochino al condilo posteriore, e presenta elevamenti ineguali.

I margini sono rotondi: ma l'anteriore ed il posteriore sono taglienti e concavi inferiormente. L'interno è il più dritto e il più grosso, e si dirige alquanto indietro. Alla rugosità che presenta di sotto al trochitere *(spina tuberculi majoris)* si attaccano il gran pettorale il gran dorsale, e più giù il deltoide, che s'inserisce pure in quella del margine anteriore. Si scorgono anche su quest'ultimo margine le vestigia dell'attacco della corta porzione del tricipite, talvolta anche quelli dei vasi e del nervo radiale, e più giù quelli del lungo supinatore e del lungo radiale esterno. L'angolo posteriore offre di sotto al trochino le vestigia dell'attacco del gran rotondo, circa il mezzo del braccio quelli della inserzione del coraco-brachiale, e più giù ancora un foro grande e due piccoli nutritivi.

L'estremità inferiore o cubitale presenta due *condili*, l'uno esterno l'altro interno. Il *condilo esterno (condylus externus)* è rugoso poco sporgente, e serve alla inserzione dei muscoli estensori della mano. Il *condilo interno (condilus internus)* o posteriore risulta parimente rugoso, ma più sporgente, e dà attacco ai mu-

(1) ALBINO, tav. XVII (uomo); *Icon. oss. foet.* tav. XIII.—BIDLOO, tav. XCVI, (donna).

scoli flessori della mano: dietro di esso il nervo cubitale discende in un largo solco. Le superficie incrostate di cartilagine e lisce, servono alla unione dell'omero col cubito ed il radio. La superficie circolare destinata al cubito è una carrucola *(trochlea s. rotula humeri)* concava situata per lo più nel mezzo alquanto obbliquamente di dentro in fuori e di dietro in avanti. La metà interna discende più in basso, e veduta lateralmente descrive più di un semicerchio; l'esterna meno estesa si diffonde più sopra innanzi ed indietro. La superficie articolare destinata al radio, e che fa continuazione alla precedente, non si scorge che nel lato interno: è una eminenza rotonda chiamata *testina dell'omero (eminentia capitata)*, più lunga dall'alto in basso che non traversalmente. Nel mezzo di sopra alla superficie articolare del cubito, si scopre in avanti una piccola cavità, ed in dietro una fossa più profonda, la *cavità olecranica (fossa olecranii)*. L'anteriore riceve l'apofisi coronoide del cubito nella flessione del braccio, e la posteriore l'olecrano nella estensione. Una fossetta analoga ma meno profonda esiste di sopra alla superficie articolare destinata al radio, che vi si colloca allorchè la flessione è portata quanto mai oltre è possibile. Il circuito di tali fossette offre rugosità, alle quali si attacca la capsula articolare.

I muscoli che si attaccano all'omero sono, il deltoide, il sopra-spinoso, il sotto-spinoso, il gran rotondo, il piccolo rotondo, il sotto-scapolare, il gran dorsale, i due pettorali, il tricipite brachiale, il coraco-brachiale, il bicipite brachiale, il lungo supinatore ed il lungo radiale esterno, di cui è stato già parlato precedentemente; alla faccia anteriore ed alla faccia posteriore il brachiale interno; al condilo esterno l'anconeo, il corto supinatore, il rotondo pronatore, il radiale interno, il palmare gracile, il sublime ed il cubitale interno; nel condilo interno, il corto radiale esterno, il cubitale esterno e l'estensore comune delle dita della mano.

La sostanza delle estremità dell'osso è spugnosa; quella della diafisi densa e solida. Il corpo è meno liscio in alto che in basso: esso racchiude una cavità midollare considerevole.

Nel bambino a termine l'estremità sono cartilaginose, come nella maggior parte delle lunghe ossa. Poi si sviluppa un nocciolo osseo nella superiore e due nell'inferiore, perchè ne ha uno proprio il condilo interno. Verso l'epoca della pubertà, quando lo scheletro compisce il suo sviluppo, tutti i noccioli si riuniscono finalmente col pezzo medio; per altro l'estremità inferiore si congiunge prima della superiore.

Una non rara anomalia consiste nell'essere la cavità olecranica penetrata da parte a parte da un considerevole foro.

ARTICOLO IV.

Del cubito.

Il *cubito (cubitus, focile majus, canna major)* (1) principale osso dell'antibraccio, si trova unito in su col radio e l'omero, in giù col radio e mediante dischi cartilaginosi colle ossa cuneiformi. Il suo rapporto con l'omero e di 7 ad 8.

Si distinguono in quest'osso un corpo e due estremità che sono più grosse.

L'estremità superiore ovvero omerale offre una incavatura unciforme chiamata *olecrano (olecranon, processus anconeus)*, di cui la faccia esterna presen-

(1) Albino, tav. VIII (uomo); *Icon. oss. foetus*, tav. XIV. — Bidloo, tav. XCVI (donna).

senta molte rugosità per l'inserzione del tricipite brachiale, e l'interna è liscia e rivestita di cartilagine: quest'ultima si adatta alla carrucola dell'omero, ond'è che presenta una incavatura semilunare, divisa in due da una cresta verticale. Si scorge pure nella estremità superiore un altro elevamento nominato *apofisi coronoide (processus coronoideus)*, che offre in alto una superficie articolare incrostata di cartilagine, separata dalla precedente da una parte rugosa, e divisa in tre faccette. Due di queste faccette, l'interna e la media, si adattano alla carrucola dell'omero; la terza esterna sta in rapporto colla testa del radio. L'interna è la più grande e la più larga. L'esterna chiamata *cavità sigmoide* è più piccola, ma più stretta innanzi e più larga in dietro. La media è la meno considerevole. Del resto il margine dell'olecrano è angoloso e tagliente. L'olecrano e l'apofisi coronoide circondano la carrucola dell'omero: insieme effettivamente rappresentano una incavatura semilunare, divisa in quattro scompartimenti dalla cresta e dalle rugosità, dei quali i due superiori si applicano alla carrucola nella estensione del braccio, e i due inferiori nella flessione.

Il corpo si restringe bruscamente di sotto alla estremità superiore, e poi continua a diminuire, ma più lentamente; verso l'estremità inferiore torna ad essere alquanto più grosso. Considerato nel suo complesso, e massime veduto di dietro, esso risulta dalla cima dell'olecrano sino a quella dell'apofisi stiloide curvato a guisa di S allungata; superiormente s'inclina verso il radio, nel mezzo esso è quasi diritto, ed in basso si discosta dal radio. Vi si distinguono fino alla sua parte inferiore tre facce: posteriore anteriore ed interna. La faccia posteriore si estende dall'olecrano e dall'apofisi coronoide fino alla apofisi stiloide: è concava fin verso il mezzo, ove diventa convessa. L'anteriore si stende egualmente dall'olecrano, ma pochissimo dall'apofisi coronoide all'apofisi stiloide: è la più ruvida e la più ineguale di tutte; quasi interamente piana o leggermente concava diventa alquanto più rotonda verso giù; le rugosità obblique che offre in su servono all'attacco del lungo abduttore del pollice; l'inferiore che è dritta dà inserzione all'estensore comune delle dita della mano ed all'estensore proprio dell'indice. Interamente in giù si nota un solco pel tendine del cubitale esterno. La faccia interna si estende dall'apofisi coronoide sino alla estremità inferiore. Concava in su tondeggia in basso. Superiormente a poca distanza dall'apofisi coronoide e non lungi dalla faccia posteriore, vi si scorge uno sfondo rugoso o un elevamento che dà attacco al tendine del brachiale interno. Un foro nutritore esiste verso la fine circa del terzo superiore della lunghezza dell'osso. Il margine anteriore del cubito comincia nella faccetta articolare destinata al radio, e scomparisce insensibilmente in giù: è il più tagliente dei tre, e vi si osservano delle ineguaglianze. Vi si attacca il legamento interosseo, ed il corto supinatore vi prende superiormente connessione. Il margine esterno incomincia nell'olecrano, ove è largo; indi tondeggia, e finisce col dileguarsi inferiormente. Il posteriore comincia nell'apofisi coronoide, e cessa nella parte posteriore dell'apofisi stiloide: è il più ottuso dei tre, sebbene alquanto più tagliente verso su: cessa del pari verso giù. In alto dà attacco al flessore profondo delle dita ed al quadrato pronatore.

L'estremità inferiore forma un rigonfiamento rotondo bislungo, coperto di cartilagine, che si denomina *testa del cubito (capitulum ulnae)* e che serve ad unirlo al radio: vi si scopre pure un prolungamento corto, terminato in punta ottusa, ed alquanto ricurvato, che porta il nome di *apofisi stiloide (processus styliformis)*. Fra la testa e l'apofisi si trova compresa una incavatura, donde parte il legamento che si reca al radio. Talvolta l'apofisi stiloide porta due faccette, delle quali la laterale si unisce immediatamente col radio, mentre l'inferiore è alquanto concava.

Il brachiale interno, il tricipite brachiale, il quadrato pronatore, il corto su-

pinatore, il flessore profondo delle dita, il loro estensore comune, il proprio estensoro dell'indice e l'anconeo si attaccano in su alla faccia anteriore del cubito; il cubitale esterno almeno per un'aponeurosi al suo margine esterno; il lungo abduttore, il grande ed il piccolo estensore del pollice al suo margine ed alla sua faccia anteriore; il lungo flessore del pollice alla rugosità situata di sotto alla faccetta articolare destinata al radio.

La sostanza del cubito risulta come quella di tutte le lunghe ossa più compatta nel mezzo che non nelle estremità.

Nel fanciullo le due estremità sono epifisi cartilaginose.

Si è veduto per rara anomalia un osso sesamoide di sopra all'olecrano (1), o nella sommità dell'apofisi coronoide.

ARTICOLO V.

Del radio.

Il *radio (radius, focile minus, canna minor additamentum ulnae)* (2) è più corto del cubito di tutta la lunghezza dell'olecrano, e più grosso in giù che non in su, perchè esso costituisce il principale mezzo d'unione fra l'antibraccio ed il corpo. È situato lungo quest'osso; ma più in avanti. Si articola superiormente con esso e l'omero, inferiormente con lo schafoide il semilunare ed il piramidale. La sua lunghezza sta a quella del cubito : : 11 : 12.

L'estremità superiore ovvero omerale forma una superficie articolare rotonda nel suo circuito, concava nel centro, rivestita di cartilagine, che vien chiamata la *testa del radio*, e che si adatta alla testina dell'omero. Questa superficie è circondata da un orlo cartilaginoso più largo dal lato del cubito che dal lato esterno, il che permette di rivolgersi sul suo asse.

Di sotto alla sua estremità inferiore il radio diventa più sottile, e forma un *collo* quasi cilindrico che prende la sua direzione verso il cubito, e qui termina con un'apofisi in parte rugosa ed in parte incrostata di cartilagine che si denomina *tuberosità bicipitale*, perchè il tendine del muscolo bicipite si attacca alla sua parte rugosa, e sulla parte anteriore della quale scorre questo tendine nella pronazione del braccio.

Il corpo dell'osso sempre più si allontana dal cubito fin sotto del suo mezzo; inferiormente di nuovo gli si avvicina. Quindi il lato che corrisponde al cubito è concavo partendo dal collo, e l'altro convesso. Tra la faccia interna e la faccia esterna l'osso è alquanto più largo, ma più piano di sotto al collo; dopo di che si restringe alquanto, ma presto si allarga di nuovo, ed acquista pure le sue maggiori dimensioni. Alquanto sopra alla sua estremità inferiore diventa prismatico. Il lato rivolto verso il cubito è tagliente, più ottuso per altro in su ed in basso; gli altri lati sono rotondi. Da quel margine tagliente parte il legamento interosseo. Nella sua parte interna si trova una lunga e larga incavatura pel muscolo lungo flessore del pollice; ed in fuori se ne osserva una più corta e più stretta pel lungo abduttore di questo dito. Verso giù quel margine tagliente diventa più largo e termina nello scavo che riceve il cubito. Sopra della diafisi

(1) Chesal, *Obs. botan.*, Basilea, 1766, in-4.
(2) Albino, tav. XIX (uomo); *Icon. oss. foet.*, tav. XIV. — Bidloo. tav. XCVI (donna).

offre nei suoi lati anteriore esterno ed interno delle rugosità, alle quali si attaccano il corto supinatore ed il flessore sublime delle dita. Verso il mezzo della sua lunghezza, nel sito il più elevato della sua convessità, si scopre la traccia rugosissima del tendine del rotondo pronatore. Al di sotto sulla faccia interna si trova quella del quadrato pronatore.

L'estremità inferiore risulta più larga che grossa, ed in qualche modo triangolare. Vi si nota una incavatura trasversale diretta in dietro, liscia ed incrostata di cartilagine, la quale si adatta alla testa del cubito, e termina dal lato opposto con una eminenza piramidale ottusa chiamata *apofisi stiloide (processus styloideus)*. Affatto in giù questa estremità offre una superficie articolare considerevole rivestita di cartilagine, obbliqua e concava, la quale comincia con una punta ottusa, si allarga a poco a poco verso il radio, e termina nella incavatura or ora accennata. È dessa per così dire divisa in due metà, l'una anteriore triangolare più lunga, che si adatta all'osso scafoide, l'altra posteriore quadrata più stretta, che trovasi in rapporto coll'osso semilunare.

Nella estremità inferiore si osservano sulla superficie che continua col dorso della mano, quattro solchi superficiali, nei quali sono collocati dei tendini. Uno di questi solchi diretto obbliquamente in dentro riceve il lungo abduttore ed il corto estensore del pollice: il tendine del lungo pronatore si attacca ad una rugosità situata immediatamente sopra di esso. Un altro più largo e per così dire biforcuto accoglie il lungo ed il corto radiale esterno. Un terzo più largo è destinato ai tendini dell'estensore comune delle dita e del proprio estensore dell'indice. Il margine della superficie della estremità inferiore, che continua col piano della mano, è piena di rugosità che danno attacco ai legamenti articolari, ma più stretto dal lato della congiunzione col cubito. Il lungo ed il corto supinatore, il rotondo ed il quadrato pronatore, il flessore sublime delle dita, il proprio flessore del pollice, ed il lungo abduttore del pollice, vi s'inseriscono nei siti indicati.

La sostanza dell'osso è alquanto spugnosa nelle due estremità. Il canale midollare ha maggiore ampiezza in alto che non in basso. Varia la situazione del foro nutritivo talora più alta, talora più bassa, quando da un lato e quando dall'altro del margine tagliente.

ARTICOLO VI.

Delle ossa della mano.

La mano si divide in tre segmenti, il carpo il metacarpo e le dita.

I. *Ossa del carpo (ossa carpi)*.

Si noverano otto ossi del carpo (1) disposti in due file. La fila posteriore o antibrachiale comprende lo scafoide, il semilunare, il piramidale ed il pisiforme; alla fila anteriore e metacarpica si riferiscono il trapezio, il trapezoide, il grande osso e l'osso uncinato.

1.° *Osso scafoide (os naviculare scaphoideum, cotyloideus)* (2) di figura molto irregolare, è situato obbliquamente dall'alto in basso, più dal lato del dorso della

(1) Esiste nel museo del Giardino delle piante di Parigi una rara anomalia, quella di un Moro il quale non ha che sette ossi nel carpo, il semilunare ed il piramidale essendo confusi insieme in ambe le mani. *Comp.* HEUSINGER, *Zeitschrift*, t. III, p. 330.

(2) ALBINO, *Tab. oss*, XX, fig. 1, 2, 3, 4 (uomo); tav. XXXIV; *Hist. musc. con.*, 3 e 4 (a luogo. — BIDLOO, tav. XCVII (donna).

mano che della palma, ed immediatamente al di sopra del radio. La sua parte superiore è convessa, e presenta due superficie rivestite di cartilagine, separate da uno sfondo rugoso che si perde in giù verso l'estremità ottusa. La faccia superiore rivolta obbliquamente in su ed in avanti, prende la forma di triangolo rotondo sugli angoli, si perde verso la sommità dell'osso, e si adatta alla metà anteriore della superficie articolare del radio. La faccia anteriore corrisponde obbliquamente in giù ed in avanti, ha la forma di triangolo allungato, ed è disposto in modo inverso dalla precedente, ha cioè la sua sommità rivolta in su e la base diretta in basso: si adatta nello scavo del trapezio e del trapezoide, sicchè sembra talvolta divisa in due da una cresta alquanto sporgente. La faccia inferiore assai concava per ricevere la parte anteriore della testa del grand'osso, è del tutto coperta di cartilagine, presenta la forma di una mandorla, ed è rivolta obbliquamente in giù ed in dietro. Fra la parte superiore e la parte inferiore si trova quasi sempre una piccola superficie semilunare, i cui corni sono diretti in giù, e la cui cartilagine continua con quella delle due parti, principalmente dell'inferiore, e si adatta all'osso semilunare. La sua sommità ottusa è rivolta in giù ed in dentro. I legamenti articolari si attaccano alle rugosità comprese tra le facce coperte di cartilagine o tra le facce interna ed esterna.

L'ossificazione dello scafoide non incomincia che diversi anni dopo la nascita.

2.° L'*osso semilunare (os lunatum s. semi-lunare)* (1) è situato tra lo scafoide ed il piramidale. L'uno dei suoi corni corrisponde al dorso della mano e l'altro alla palma; la convessità è rivolta in su. Esso si restringe alquanto dalla palma verso il dorso della mano.

Vi si distinguono quattro superficie articolari incrostate di cartilagine, e due superficie ineguali. La faccetta articolare superiore risulta triangolare, convessa dal lato del dorso della mano, e si adatta alla metà posteriore della faccia articolare del radio. La posteriore è più grande ordinariamente, piana o leggiermente convessa, in forma di mezza-luna o di triangolo rotondo sui margini, e si adatta all'osso piramidale. L'inferiore procacciò all'osso il nome che porta, stante la sua grande concavità; una cresta sporgente la divide in due parti, l'una più lunga l'altra più larga; questa riceve una parte dell'osso uncinato. La faccia rugosa rivolta verso il dorso della mano presenta grandi fori pel passaggio dei vasi. Quella che corrisponde al cavo della mano è alquanto più grande, si dirige obbliquamente in avanti e dà attacco a forti legamenti.

Qui pure l'ossificazione non incomincia che più anni dopo la nascita.

3.° L'*osso piramidale (os triquetrum, triangulare, cuneiforme)* (2) più piccolo del precedente, è allungato e situato al di sotto dell'estremità del cubito; la base della piramide che rappresenta corrisponde all'osso semilunare, e la sua cima tronca è rivolta verso giù. Ha quattro facce: l'anteriore o base è triangolare, leggermente concava, e si adatta come ora si è veduto all'osso semilunare. La superiore risulta convessa; non lungi dalla base vi si osserva un elevamento rotondo triangolare e quadrato, coperto di cartilagine che si unisce col radio mediante un legamento. Il rimanente è rugoso, penetrato da fori e coperto di tendini. La faccia inferiore si trova incrostata di cartilagine, tranne un piccolo punto rivolto verso l'osso pisiforme; una cresta rotonda la divide in due parti, l'una concava l'altra con-

(1) Albino, tav. XX, fig. 5-9; tav, XXXIV; *Hist. musc. icon.* 3 e 4 (uomo). — Bidloo, tav. XCVII (donna).

(2) Albino, *Tab. oss.* XX, fig 10-13 tav. XXXIV; *Hist. musc.* Ic. 3 e 4 (uomo). — Bidloo, tav. XCVII (donna).

vessa, in guisa che si adatta all'incavatura dell'osso semilunare, con cui è articolato il piramidale. La faccia interna o palmare è rugosa da un lato e dall'altro coperta di cartilagine; la parte rugosa occupa la base verso l'osso semilunare; l'altra s'insinua nell'articolazione dell'osso pisiforme.

4.° L'*osso pisiforme (os pisiforme, subrotundum, orbiculare, lentiforme)* (1), il più piccolo di tutti quelli del carpo, si adatta al lato interno del piramidale per una superficie talora convessa, talora concava, e qualche volta piana in gran parte ed incrostata di cartilagine. Il rimanente è quasi ovale o sferico, ma assai rugoso, perchè si trova contenuto come un osso sesamoide nel tendine del muscolo cubitale interno, e vi s'inseriscono i legamenti del carpo come pure l'abduttore del dito mignolo.

È quest'osso uno di quelli che più tardano ad ossificarsi. La sua ossificazione non incomincia che verso i sette anni.

5.° L'*osso trapezio (os multangulum majus, trapezoides, rhomboides, trapezium)* (2) è situato tra lo scafoide il trapezoide ed i metacarpici del pollice e dell'indice. Vi si possono distinguere tre superficie coperte di cartilagini e tre superficie rugose. La superficie articolare superiore ha la forma di un triangolo rotondo; è alquanto concava e si adatta allo scafoide. La superficie articolare interna in rapporto col trapezoide ed il metacarpico dell'indice, è divisa da un elevamento angoloso; la più grande faccetta che si adatta al trapezoide è romboidale e leggermente concava; l'altra che corrisponde al metacarpico dell'indice si trova talvolta ridotta quasi al nulla, ed in altri casi essa è assai considerevole. La superficie articolare inferiore, la maggiore di tutte, ha la forma di triangolo rotondo o di cuore; è poco convessa ed in rapporto colla incavatura del metacarpico del pollice. La superficie rugosa dorsale è concava e penetrata da fori; l'anteriore risulta in qualche modo quadrata e poco incavata; la palmare forma comunemente un solco profondo, nel quale il tendine del muscolo radiale esterno agisce come in una carrucola. A quest'osso si attacca parte del corto flessore, dell'opponente e dell'abduttore del pollice.

Sembra che ivi l'ossificazione non incomincia se non dopo i sei anni.

6.° L'*osso trapezoide (os multangulum minus, trapezium, pyramidale)* (3) è situato come un cuneo fra il trapezio e la parte inferiore del grande osso. La sua più grossa parte appartiene al dorso della mano e la più piccola alla palma. Esso presenta quattro facce articolari coperte di cartilagine, e due facce rugose. La faccia articolare superiore è quadrata, alquanto arcuata, leggermente concava, e adattata alla faccia inferiore dello scafoide. L'inferiore più grande delle altre, in forma di sella o di triangolo rotondo, parte convessa parte concava e colla sommità diretta verso il cavo della mano, si adatta alla faccia concava dell'osso metacarpico dell'indice. La faccia articolare radiale risulta triangolare, alquanto convessa ed in rapporto col trapezio. La faccia articolare cubitale interrotta da una rugosità e spesso doppia, si adatta sul grand'osso. Queste quattro facce incrostate di cartilagine continuano l'una coll'altra. La faccia rugosa dorsale forma in qualche modo la base del cuneo; è ineguale, penetrata da fori, alquanto convessa, ed obbliqua dall'alto in basso; appartiene al dorso della mano. La faccia rugosa palmare riesce assai più piccola, e somiglia per così dire ad una incavatura obbliqua della sommità

(1) Albino, *Tab. oss.* X, fig. 24-27; *Hist. musc.* Ic. 3 e 4 (uomo).—Bidloo, tav. XCVII (donna).

(2) Albino, *Tab. oss.* XX, fig. 18-21, tav. XXXIV; *His. musc.* Ic. 3 e 4 (uomo).—Bidloo, tav. XCVII (donna).

(3) Albino, *Tab. oss.* XX, fig. 22-26; tav. XXXIV; *Hist. musc.* Ic. 3 e 4 (uomo).—Bidloo, tav. XCVII.

del cuneo; ha forma indeterminata, per lo più romboidale o pentagona, ed appartiene alla palma della mano. Qualche volta un tenuissimo prolungamento di questa faccia rugosa si estende tra le facce articolari radiale ed inferiore, e può essere considerato come una quinta superficie articolare.

A quest'osso si attacca parte del corto flessore del pollice. La sua ossificazione comincia assai tardi.

7.° Il *grande osso (os capitatum magnum)* (1) è il più grosso di tutti quelli del carpo, di cui occupa la parte media, essendo situato fra il trapezoide lo scafoide il semilunare l'osso uncinato ed i metacarpici delle dita indice medio ed annulare.

La sua testa è rivolta in su coperta di cartilagine, rotonda e divisa da una cresta angolosa, che parte si adatta allo scafoide e parte al semilunare. Intorno ad essa nella sua base notasi una depressione, una specie di collo. La faccia cubitale è la più grande di tutte, triangolare, coperta di cartilagine dalla testa fin verso il mezzo, e partendo da quest'ultimo punto, dal lato del dorso della mano soltanto leggermente concava ed articolata coll'osso uncinato; il rimanente è assai ineguale rugoso e penetrato da fori. La faccia radiale risulta la più piccola; si allarga partendo dalla testa. Vi si osservano talora una o due faccette, talora una faccetta sola ma ineguale ricoperta da cartilagine: quindi si trova essa in rapporto col trapezio. Il resto è infossato rugoso e penetrato da fori. L'angolo che producono le facce anteriore e posteriore colla loro riunione nel cavo della mano è grosso e rugoso. La faccia dorsale risulta concava partendo dalla testa, indi alquanto convessa e munita di rugosità e di fori. La base o la faccia articolare inferiore è liscia, incrostata di cartilagine e triangolare; ha tre lati curvati in S, uno cubitale uno radiale ed uno palmare. Una cresta acuta la divide in due parti; l'una strettissima leggermente concava, che si adatta al metacarpico del dito indice; l'altra più grande, triangolare, concava, che trovasi in rapporto col metacarpico del dito medio. Si distingue anche nell'angolo cubitale di questa faccia una parte più o meno considerevole, che si articola col metacarpico del dito annulare.

Nel feto a termine già si scorge un punto di ossificazione nel mezzo dell'osso.

8.° L'*osso uncinato*, o *unciforme (os unciforme, hamatum, cuneiforme)* (2), è situato dal lato del dito mignolo tra lo scafoide il semilunare il trapezio ed i metacarpici dell'annulare e del dito mignolo, in qualche modo come un cuneo di cui la base corrisponde in giù verso il metacarpico, e la sommità ottusa è rivolta in su verso il trapezio. La superficie articolare anteriore risulta leggermente convessa, coperta di cartilagine in alto e verso il dorso della mano, ed articolata col grand'osso; il resto è rugoso. La superficie articolare superiore si trova coperta di cartilagine fino alla parte che continua con l'uncino, convessa in su ove sembra formar la continuazione della testa del grand'osso, concava più in basso, e divisa da un dorso angoloso in una parte superiore che si adatta al semilunare, ed una parte inferiore più grande che si adatta al trapezio. La superficie articolare inferiore è tutta coperta di cartilagine, quadrilatera e rotonda sugli angoli: talora i suoi lati sono quasi eguali, talora sono alquanto più lunghi i trasversali: una cresta la divide in due parti concave, che si articolano una col metacarpico del dito mignolo e l'altra con quello del dito anellare. Le facce articolari superiore ed inferiore si riuniscono comunemente sotto un angolo assai tagliente. La superficie rugosa dor-

(1) Albino, *Tab. oss.* XX, fig. 28-31; tav. XXXIV; *Hist. musc.* Ic. 3 e 4 (uomo). — Bidloo, tav. XCVII (donna).

(2) Albino, *Tab. oss.* XX, fig. 32-36, tav. XXXIV; *Hist. musc.* Ic. 3 e 4 (uomo). — Bidloo, tav. XCVII (donna).

sale risulta quadrata, leggermente convessa, ma ineguale e penetrata da fori. La superficie rugosa palmare è più piccola, e produce un uncino più o meno curvo, più largo che grosso, il quale corrisponde al pollice. Questo uncino, quasi sempre stretto dapprima, acquista poscia maggiore grossezza, e termina quasi come un bottone; la sua faccia convessa è rugosa, e liscia la faccia concava. All'uncino si attacca parte dell'abduttore e del corto flessore del dito mignolo.

L'osso uncinato racchiude già nel bambino a termine un piccolo punto osseo ben distinto; ma la sua ossificazione compiuta non avviene che con quella degli altri ossi del corpo.

II. *Metacarpo* (1).

Gli ossi metacarpici *(ossi metacarpi)* sono cinque, i quali hanno tutti tra loro molta somiglianza quanto alla configurazione. Quello del dito indice ha quasi la stessa lunghezza di quello del dito medio; qualche volta è alquanto meno lungo. Quello del dito anellare è più corto, ed anche più quello del dito mignolo. Il più corto di tutti è quello del pollice. Il volume di questi ossi diminuisce dal pollice verso il dito mignolo: quello del pollice è il più grosso, e quello del dito mignolo il più tenue. Sono dritti di dietro in avanti. La loro faccia superiore, quella che corrisponde al dorso della mano, risulta alquanto convessa; l'inferiore per contrario assai concava. Considerati generalmente hanno forma rotonda ma sono più appianati dal lato del dorso della mano, e vi si scorgono impronte muscolari più o meno rilevate. Qualche volta sono manifestamente trigoni, sicchè vi si possono distinguere un lato dorsale un lato radiale ed un lato cubitale. Vi si ammettono pure una estremità carpica ed una estremità falangica, separate da una parte media o diafisi; questi tre segmenti erano in effetti tra loro disgiunti nel bambino da dischi cartilaginosi. L'estremità carpica, per la quale si uniscono cogli ossi del carpo e insieme tra loro, è angolosa, ineguale ed in parte coperta di cartilagine. Il pezzo medio alquanto si assottiglia dalla estremità superiore fino al mezzo circa, poscia cresce sensibilmente in volume dal lato del dito. L'estremità falangica forma una testina coperta di cartilagine appianata sui lati, la cui superficie incrostata si allarga alquanto dal dorso verso il cavo della mano, e termina con due punte separate da una incavatura semilunare. In quelle teste si muovono le prime falangi della dita. Dalla parte del dorso della mano offrono esse da ciascun lato un tubercoletto per i legamenti laterali che vi fissano la prima falange. Intorno alle due estremità si osservano segni di attacchi di legamenti.

La sostanza degli ossi metacarpici è compatta, ed alquanto spugnosa solo nelle estremità.

Nel bambino a termine le due estremità sono del tutto cartilaginose. La diafisi, la quale sin dal terzo mese della vita intra-uterina offre gia segni di ossificazione, cresce a poco a poco, e verso l'età della pubertà si riunisce con la estremità, ma più presto con la carpica che non con la falangica.

Ecco i caratteri pei quali diversificano questi ossi tra loro, particolarmente nella loro estremità falangica.

1.° *Osso matacarpico del pollice.* Il suo corpo è meno lungo, risulta più obbliquo per rispetto al cavo della mano, e la sua mobilità supera quella di ogni altro. La sua faccia dorsale si trova alquanto inclinata verso l'indice: la sua faccia cubitale riesce più lunga e concava: più dritta per l'opposto la radiale. In proporzione esso non diminuisce tanto quanto gli altri verso la metà della sua lun-

(1) Albino. *Tab. oss.* XXI, tav. XXXIV; *Hist. muscul.*, Ic. 3 e 4 (uomo). — Bidloo, tav. XCVII (donna).

ghezza. La sua estremità falangica offre una superficie incrostata di cartilagine che si adatta a quella del trapezio, sicchè questo metacarpico si può piegare e distendere, allontanarsi dall'indice ed avvicinarsene, finalmente volgersi alquanto sopra sè stesso. Nella tuberosità del suo lato radiale s'inseriscono il lungo abduttore ed il corto flessore del pollice. La sua parte media è alquanto convessa trasversalmente. Le rugosità del lato cubitale dinotano l'attacco del primo muscolo interosseo esterno, e quelle del lato radiale l'inserzione dell'opponente del pollice. L'estremità falangica è quadrata e meno convessa di quella degli altri ossi metacarpici. La punta interna della sua superficie incrostata di cartilagine o quella che corrisponde all'indice è più larga dell'altra, e presenta da ciascun lato un elevamento su cui agiscono i due ossi sesamoidi (1).

2.° *Osso metacarpico dell'indice.* La sua estremità carpica è triangolare, e la sua superficie incrostata di cartilagine risulta ineguale con angoli saglienti. Essa offre un restringimento fra il lato cubitale ed il lato radiale, s'innalza alquanto verso il mezzo e si adatta al trapezoide, in modo da non poter quasi eseguire alcun movimento. Ha una piccola faccetta triangolare che si adatta al trapezio, e presenta nel lato radiale non solo una piccola faccetta talvolta fusiforme in rapporto col grand'osso, ma anche un'altra alquanto più larga e più lunga leggermente convessa e qualche volta quasi divisa in due, che trovasi in contatto coll'osso metacarpico del dito medio. Le cartilagini di queste tre faccette si confondono insieme. Notasi anche nel lato palmare della estremità carpica una rugosità la quale serve di attacco al tendine del radiale interno, ed un tubercolo acuto destinato alla inserzione del lungo radiale esterno. Il pezzo medio ha delle ineguaglianze alle quali si attaccano i muscoli interossei (2), e vi si scorgono anche due creste acute. La cresta del lato del dorso della mano si allarga verso le dita, e quella del lato della palma verso il carpo. La testa dell'osso è libera nel lato radiale. mentre nel lato cubitale un legamento la unisce all'osso metacarpico del dito medio.

3.° *Osso metacarpico del dito medio.* La sua estremità carpica ha la forma di un quadrato lungo; è compressa sui lati e situata obbliquamente. La superficie articolare incrostata di cartilagine, che si adatta al trapezoide ed al grand'osso, è più larga e concava verso il dorso della mano, più stretta e leggermente convessa verso la palma; sicchè la direzione della sua curvatura è nel senso opposto a quello del metacarpico precedente. Per altro l'angolo che si reca dal lato del dorso della mano fra il grand'osso ed il trapezoide, sporge più in alto ed offre una impressione muscolare a cui si attacca il tendine del corto radiale esterno. Mediante una piccola superficie articolare situata nel lato radiale, incrostata di cartilagine, concava e talvolta divisa in due metà: esso si adatta all'osso metacarpico dell'indice, e per via di una o due altre più piccole inclinate l'una sull'altra si adatta al lato cubitale dell'osso metacarpico del dito annulare. Le cartilagini di queste superficie articolari formano insieme una continuazione. Il corpo dell'osso è conformato come quello del metacarpico dell'indice, che spessissimo esso supera in volume. L'abduttore del pollice si attacca pure a tale osso.

4.° *Osso metacarpico del dito annulare.* La sua estremità carpica è triangolare o quadrata; la sua superficie articolare ed incrostata di cartilagine che lo uni-

(1) Non si potrebbe disconoscere che l'osso metacarpico del pollice si avvicina alle falangi sotto diversi rapporti, per la qual cosa varii antichi notomisti, Vesalio fra gli altri, ed alcuni moderni, come Bluff (Meckel, *Archiv*, 1826, p. 112), lo considerano come una prima falange.

(2) Questo si vede specialmente benissimo rappresentato in Albino (*Hist. muscul.* (Ic. 3 e 4).

sce all'osso uncinato è situata obbliquamente, e dapprima concava, poi convessa, nel lato radiale. Dal lato radiale si scorgono due superficie articolari poco convesse, di dimensioni eguali o ineguali, che sono in rapporto coll'osso metacarpico del dito medio: comunemente pure tra esse due se ne trova una piccola in rapporto col grande osso. Nel lato cubitale ve ne ha una bislunga e concava, che si adatta all'osso metacarpico del dito mignolo. Le cartilagini di tali superficie articolari si confondono insieme.

5.° *Osso metacarpico del dito mignolo.* La sua estremità carpica è quasi triangolare, e nella sua sommità diretta verso la palma della mano. La sua superficie articolare coperta di cartilagine che si adatta all'osso uncinato è concava. Nel suo lato radiale una pure se ne osserva la cui cartilagine si confonde con quella della precedente, e che trovasi in rapporto col metacarpico del dito medio. Nel lato cubitale l'osso è rotondo ed ineguale nel sito in cui s'inserisce il proprio suo abduttore, e vi si osserva un tubercolo a cui si attacca il tendine del muscolo cubitale procedente dal pisiforme,

III. *Falangi.*

Delle cinque dita il medio e il più lungo: l'annulare riesce alquanto più corto, un poco più l'indice, e più ancora l'auriculare; il più corto di tutti è il pollice.

Il pollice è il più grosso delle dita, e l'auriculare il più sottile; tra essi stanno sotto tale rapporto il medio l'annulare e l'indice.

Il pollice non ha che due falangi; gli manca la seconda. Le altre dita ne hanno tre per ciascuno, una posteriore, una media ed una anteriore.

In tutte le dita la falange posteriore risulta la più lunga e la più grossa; la media è più corta e più sottile, ancora più l'anteriore.

Queste quattordici falangi hanno ciò di comune che sono spugnose nelle estremità, che si restringono a poco a poco partendo dalla estremità superiore, ma tornano ad essere alquanto più grosse verso l'estremità inferiore; che questa rimane sempre inferiore all'altra in dimensioni; che sono concave nel loro lato radiale e nel loro lato cubitale; che le prime falangi e le medie hanno nel bambino due estremità cartilaginose come tutte le ossa lunghe, ma le terze sebbene avessero un'epifisi cartilaginosa in dietro cominciano pure d'altronde ad ossificarsi dalla sommità; finalmente la loro superficie dorsale è convessa per traverso ed anche in lungo per le prime e le seconde, ed è invece concava la loro superficie palmare.

1.° *Prime falangi delle dita*, o *falangi* propriamente dette *(phalanx prima digitorum)* (1).

Le cinque falangi posteriori delle dita non differiscono sensibilmente tra loro se non pel loro volume. Vi si distinguono una estremità posteriore, una estremità anteriore ed una diafisi, le quali nel fanciullo sono separate da dischi cartilaginosi. L'estremità posteriore o metacarpica, è quasi sempre quadrilatera, rotonda sugli angoli, più lunga per traverso, assai ineguale nel circuito; offre in su una superficie articolare concava ovale, ed incrostata di cartilagine, la quale agisce sulla testa dell'osso metacarpico corrispondente, in guisa che la falange può non solo distendersi e piegarsi, ma anche volgersi alquanto sopra sè stessa. Nel solo pollice l'estremità posteriore ha circonferenza rotonda e più piana superficie articolare, il che rende la falange meno suscettibile di torsione. Dai due lati si scorgono le rugosità che danno attacco ai legamenti laterali, e nel lato cubitale della

(1) Albino, *Tab. oss.*, XXII; *His. musc.* lc. 3 e 4 (uomo). — Bidloo, tav. XCVII (donna).

falange dell'indice vedesi il tubercolo che serve alla inserzione dei muscoli interossei di questo dito; la falange del dito mignolo ne offre una destinata al suo abduttore, e quella del pollice presenta i tubercoli in cui s'inseriscono i legamenti che procedono tanto dall'osso sesamoide del tendine del corto flessore, come dal tendine dell'adduttore e dal corto abduttore. Il corpo della falange va ordinariamente fornito da ciascun lato di una cresta a cui si attaccano i piccoli legamenti che ritengono i tendini dei flessori: per altro nel pollice non si scorge per ciò che una semplice rugosità. Quando il corto estensore del pollice si attacca a questa falange, se ne vede la traccia sul dorso di questa in un piccolo elevamento poco discosto dalla estremità superiore. Le estremità anteriori o teste delle prime falangi non isporgono che nel lato palmare; hanno una superficie articolare coperta di cartilagine, scavata trasversalmente a guisa di carrucola, che comincia con una stretta linguetta nella faccia dorsale, poi si allarga e presenta due piccoli elevamenti nella faccia palmare. Quanto più quelle superficie articolari si ravvicinano alla faccia palmare, tanto più diventa profondo il loro scavamento. Le estremità anteriori delle quattro dita esterne si articolano per ginglimo colle seconde falangi, quella del pollice con la terza: dai due lati si osservano elevamenti rugosi, i quali nel pollice costituiscono veri tubercoli, ed a cui si attaccano i legamenti laterali.

2.° *Seconde falangi delle dita o falangine (phalanx media s. secunda digitorum)* (1).

Manca questa falange nel pollice, nelle altre quattro dita non solo le falangine si somigliano quasi compiutamente, tranne nel loro volume, ma anche hanno molta conformità (eccetto che nella loro faccia articolare superiore) colle prime falangi. L'estremità superiore ha una faccia articolare incrostata di cartilagine, divisa in due scompartimenti da un elevamento bislungo, e che si adatta a cerniera nella carrucola della falange precedente. Il margine dorsale di questa superficie si allunga nel mezzo in punta ottusa, a cui si attacca il tendine del muscolo estensore. Del resto le seconde falangi hanno come le prime sui lati delle rugosità che danno attacco ai legamenti laterali. Il corpo risulta spesso alquanto meno tenue che non nelle prime falangi, e dal lato della palma della mano presenta delle ineguaglianze dinotanti l'inserzione del tendine del flessore sublime e del legamento destinato a ricevere quello del perforante. Le estremità anteriori o teste non isporgono come nelle precedenti, se non dal lato della palma della mano: vi si scorge una superficie articolare coperta di cartilagine in forma di carrucola concava nella direzione trasversale, che riesce stretta dal lato dorsale, poi si allarga e mostra due tubercoli dal lato della faccia palmare. Quanto più si avvicina a quest'ultima faccia tanto più diventa profonda la sua concavità. Le estremità anteriori sono articolare a cerniere colle falangi unguecali, in guisa che i due loro lati presentano delle asprezze alle quali si attaccano i legamenti laterali.

3.° *Terze falangi, falangi unguecali o falangette (phalanx tertia digitorum)* (2). Le loro estremità posteriori sono disposte come nelle falangi medie, coperte di cartilagini, divise in due segmenti da un dorso rotondo ed articolate a cerniera colla superficie a carrucola della falange precedente. Il margine, che è rugoso, termina verso il mezzo della faccia dorsale in punta ottusa, in cui s'inserisce il tendine dell'estensore, e sui lati si osserva un tubercolo pe' legamenti latera-

(1) Albino, *Tab. oss.* XXII; *Hist. musc.* Ic. 3 e 4 (uomo). — Bidloo, tav. XCVII (donna).

(2) Albino, *Tab. oss.* XXII; *Hist. musc.* Ic. 3 e 4 (uomo). — Bidloo, tav. XCVII (donna).

li. Il corpo si restringe bruscamente, e termina con un bottoncino assai rugoso, quasi frastagliato, arrovesciato dal lato dorsale, ed avente la forma d'una sfera appianata. Nel mezzo della faccia palmare di questo tendine notasi una rugosità che dà attacco al tendine del flessore profondo, o pel pollice a quello del lungo flessore.

III. OSSI SESAMOIDI DELLE DITA.

La mano ha comunemente cinque *ossi sesamoidi (ossa sesamoidea)* (1), situati nel mezzo della sostanza dei tendini.

I due più grandi sono posti nella prima articolazione del pollice, ed agiscono sulla estremità falangica del suo osso metacarpico. Sono bislunghi, ovali o rotondi, convessi e rugosi al di fuori, alquanto concavi e rivestiti di liscia cartilagine al di dentro. Ve n'ha talora uno più grosso dell'altro. Si trovano nel tendine del corto flessore, il quale con ciò acquista maggior facilità a porre in moto la prima falange. Tra essi passa il tendine del lungo flessore del pollice. Il terzo più piccolo occupa la seconda articolazione del pollice; il tendine del lungo flessore di tale dito gli passa sopra, e si attacca così più comodamente alla falange ungueale: è ordinariamente più largo che grosso. Il quarto che poco differisce dal precedente quanto al volume, è collocato nella prima articolazione dell'indice: ha forma rotonda ovvero ovale. Il quinto più piccolo di tutti gli altri, occupa la prima articolazione del dito mignolo. Se non più raro è il veder mancare uno di questi ossicini, lo è certamente tanto quanto (2) l'incontrarne in altre articolazioni (3).

Ne' bambini si distinguono già le loro cartilagini, e sono esse ossificate prima che lo scheletro abbia raggiunta tutta la sua perfezione.

ARTICOLO VII.

Delle articolazioni delle ossa del membro superiore.

I membri superiori (destro e sinistro) (1) si compongono dunque di settantadue ossi, talmente composti sul torace che gli angoli compresi fra le scapole e le clavicole, sotto i quali pendono le braccia come in equilibrio, abbracciano e coprono le parte superiore di questa cassa. Attenendosi le clavicole e le scapole alla testa

(1) ALBINO, *Tab. oss.* XXII. — *Hist. musc.* Ic. 1, 2 e 3. — *Conf.* specialmente circa gli ossi sesamoidi, S.-G. ILG, *Anatomische Monographie der Sehnenrollen und Sesambeinchen beim Menschen und bei Thieren.* Praga, 1823 in-4.

(2) Almeno Soemmerring li ha sempre trovato, ed Albino ne rappresentò cinque tanto nella sua *Hist. musc.* che nella sua *Tab. musc.* e nella sua *Tab. sceleti.* Ilg, che se ne occupò in modo speciale, dice *(loc. cit.* p. 3) che ordinariamente mancano affatto nelle quattro dita esterne; che talvolta solo se ne incontrano nell'indice nel dito mignolo della mano e nel dito piccolo del piede, nella carrucola tendinosa dell'articolazione della prima falange. Il loro nome deriva dalla somiglianza che hanno col seme di sesamo. D'altronde non hanno tutti la stessa forma: quelli dell'articolazione della prima falange del pollice della mano e del piede sono più lunghi degli altri, e somigliano maggiormente a grani di caffè.

(3) Morgagni *(Adv. anat.* 2; *Animadv.* 30, p. 64) ne vide nelle quattro dita.

(4) ALBINO, *Tab. sceleti*, I, II, III. *Vedi* per la mano l'ultima tavola delle *Tab. oss. Vedi* pure l'eccellente tavola nell'*Hist. musc.*

al collo ed alla rachide, ne risulta che i membri superiori aggravano meno il torace col loro peso.

Hanno questi membri tal lunghezza che le mani possono essere portate comunemente verso ogni parte del corpo, anche sotto le piante dei piedi, quando si piega il corpo o si solleva la gamba. Nell'abbassarsi essi giungono fino a terra. Nei loro mezzo circa hanno un'articolazione, mediante la quale una mano arriva facilmente all'altra e le serve di sostegno.

Le clavicole sono assai tra loro vicine all'estremità superiore dello sterno, per essere unite insieme da un legamento, oltre che si attengono a quell'osso per una solidissima articolazione. Facendo ufficio di archi schiacciati, esse determinano la distanza a cui le scapole debbono trovarsi dalle superficie articolari della impugnatura dello sterno, in guisa che in ragione della loro forma varia pur quella che presenta il torace nei due sessi. Esse rendono il petto e le spalle più larghe, impediscono lo slogamento delle scapole, e loro permettono tuttavia di sollevarsi ed abbassarsi; essendo più mobili innanzi, rendono più agevole l'alzare le scapole in avanti che non in dietro; cosa necessaria, poichè le mani ci sono più utili innanzi che indietro. In tal movimento il punto di appoggio è l'impugnatura dello sterno. Le clavicole nell'alzarsi e nell'abbassarsi, descrivono al più un angolo di quaranta gradi: quello che descrivono nei loro movimenti in avanti ed in dietro è di gradi venticinque. Le scapole le quali ripiene di muscoli, adattano la loro concavità allo elevamento del petto egualmente coperto di espansioni muscolari, ed il cui margine superiore offre una concavità per la curvatura delle clavicole, sono talmente collocate nella situazione normale che la loro base è obbliqua, ed esse medesime si applicano esattamente al torace, benchè in giù se ne allontanino alquanto. La loro direzione risulta d'altronde di fuori in dentro, ed alquanto di dietro in avanti, in guisa che la parte articolare si allontana affatto dal torace per rendere più liberi i movimenti, che il margine superiore s'inclina al di fuori, e che pende in dietro l'esterno. L'angolo superiore è tronco, e quindi non può sporgere. La debolezza dei loro attacchi le lascia agire con libertà e facilmente, quasi in circolo in su ed in basso nello spazio compreso fra la prima costa e la nona, al di dentro ed alquanto al di fuori, tra le apofisi spinose delle vertebre e gli archi delle coste, finalmente in ogni direzione possibile intermedia fra quelle. Possono essere appoggiate al petto ed allontanate, ma da ciò risulta che l'intero membro superiore si muove sul torace, e del pari benchè meno sensibilmente il torace sul membro superiore. La mobilità della scapola torna utile per più rapporti. 1.° Permette al braccio di allungarsi; 2.° procura maggiore spazio al movimento del braccio; 3.° dà più azione alla mano. Quando la scapola è tratta in dietro e fermata, il muscolo gran dentellato può aiutare l'inspirazione, come se ne acquista la convinzione ogni qual volta alcuno inspira con forza nel parto e negli sforzi per iscaricare il ventre. E siccome il nostro corpo vacilla durante l'inspirazione, le scapole contribuiscono colla loro mobilità a mantenerlo in equilibrio massime nella posizione dritta. Vi sono altre occasioni ancora nelle quali servono esse a ristabilire l'equilibrio col peso delle membra; come quando alcuno sdrucciola, vacilla, si abbassa, cade o balla. Esse possono essere ritirate indietro e fissate con tal forza, che si son visti uomini afferrare una corda tra di esse e servirsene per sollevarsi. Per esse il tronco diventa più largo o più stretto secondo l'esigenza dei casi, come quando si fa qualche sforzo per rompere la folla e per attraversare un luogo stretto. Esse rendono più comodo il decubito del tronco sul lato, ed aiutano a portare un fardello sulla spalla.

L'articolazione scapulo-omerale risulta di tutte le articolazioni del corpo quella che permette i movimenti più liberi in tutte le direzioni, perchè una testa voluminosa

vi gioca sopra una cavità poco estesa. L'acromio e l'apofisi coracoide della scapola non solo la circondano e la proteggono in su, ma servono anche di punto di appoggio per fermare il braccio.

Il condilo interno dell'omero è situato più giù che non l'esterno, per la qual cosa la superficie articolare risulta obbliqua, e cade la mano naturalmente per rispetto alla faccia ed al petto, in guisa che le mani possono incrociarsi nella flessione senza che la parte superiore del braccio ne soffra torsione. La principale articolazione all'antibraccio succede nel cubito, fra l'omero e l'estremità superiore del cubito, ed è la più grossa. Quest'articolazione essendo disposta a cerniera, ha movimenti assai limitati; piegata forma un angolo di quaranta gradi, o finchè la sommità dell'apofisi coronoide del cubito tocca la fossetta anteriore dell'omero. Essa non può essere distesa in linea retta, perchè ne la impedisce l'olecranio: ond'è che non forma da questo lato che un angolo assai ottuso. In giù per l'opposto, o nella giuntura della mano, la più estesa unione avviene con la estremità inferiore del radio, che è la più grossa; la mano deve dunque seguire il movimento di quest'osso, sia essa distesa o piegata. Ma il cubito ed il radio si uniscono reciprocamente insieme per le loro estremità più esili: quella del radio si unisce alla grossa del cubito, e la piccola di questo alla grossa di quello. Nella flessione dell'articolazione del cubito il radio segue il cubito; per altro è più limitata la sua estensione, giacchè esso rimane più in avanti.

Allorquando sta in riposo il membro superiore, gli ossi dell'antibraccio si trovano l'uno accanto all'altro quasi sopra una medesima linea orizzontale; quando per contrario il radio si volge sopra sè stesso, incrocia quasi il cubito; o se la mano pende tranquillamente, il suo dorso corrisponde in fuori, la palma in dentro, il pollice in avanti, il dito mignolo in dietro. Volgesi il radio in modo che il dorso della mano corrisponde in dietro: tal mossa porta il nome di *supinazione (supinatio)*; la torsione del radio ha invece per risultato di volgere il dorso della mano in avanti, ed è il moto di *pronazione (pronatio)*. Nella pronazione il radio si volge di fuori in dentro, in su intorno al proprio asse, in giù girando sul cubito. Nella supinazione il radio si volge di dentro in fuori, in su intorno al suo asse (meno facilmente per altro che non nella pronazione), inferiormente girando sul cubito. Il cubito incontra pure nella pronazione e nella supinazione un moto di torsione quasi insensibile in su, ma visibile nella estremità carpica, massime quando è ferma l'articolazione del cubito. Nello spazio compreso tra il cubito ed il radio si trova tesa una membrana fibrosa, la quale impedisce che sia troppo oltre portata la supinazione. Si agevola ordinariamente la pronazione e specialmente la supinazione, facendo volgere l'intero braccio nell'articolazione della spalla.

La mano ossea è alquanto più lunga che larga, ma più larga dell'antibraccio, e più larga anche nella sua estremità digitale che non nella sua estremità brachiale. Essa conserva quasi la stessa larghezza e la medesima grossezza nel carpo, e si allarga a poco a poco nel metacarpo. Il pollice col suo osso metacarpico ne rappresenta la più piccola parte; le altre dita formano il rimanente.

Gli otto ossi del carpo sono tra loro sovrapposti in due file. La fila superiore comprende lo scafoide, il semilunare, il piramidale, il pisiforme, posti l'uno accanto all'altro; l'inferiore si compone del trapezio, del trapezoide, del grande osso e dell'osso uncinato. Considerati insieme, questi ossi formano una mezza luna, i cui corni ottusi appartengono colla concavità che abbracciano alla palma della mano, mentre la sua convessità costituisce il dorso di quest'ultima. L'estremità radiale di questa mezza luna vien formata dal trapezio; la cubitale dall'uncino dell'osso uncinato e dall'osso pisiforme. L'arco abbraccia i tendini dei muscoli flessori delle dita

in modo che i tronchi dei vasi e dei nervi destinati a queste appendici, e la sua curvatura lo garantisce da qualunque lesione dal di fuori, e da qualunque spostamento dei pezzi che lo costituiscono. Il carpo nel suo complesso è ineguale tanto nella sua faccia dorsale che nella sua faccia palmare; per altro quest'ultima vien fatta eguale e liscia da legamenti. Il trapezio ed il trapezoide da un lato, lo scafoide dall'altro, lasciano tra loro una fossetta nel dorso della mano. Lo scafoide il semilunare ed il piramidale non formano, per le loro parti superiori rivestite di cartilagini, che una sola superficie articolare bislunga convessa la quale si adatta sotto il radio ed il legamento che riunisce questo osso al cubito; per le loro parti inferiori non ricoperte s'incastrano negli ossi della seconda fila. Le superficie superiore ed inferiore incrostate di cartilagini della seconda fila sono ineguali, sicchè in su ed in giù ricevono gli ossi della prima fila e gli ossi metacarpici, i quali egualmente li ricevono in parte.

Essendo libera l'articolazione della giuntura della mano tra gli ossi dell'antibraccio e la prima fila di quelli del carpo, la mano può essere piegata sì dal lato della faccia esterna o dorsale come in particolar modo dal lato della faccia interna; può anche essere inclinata verso il radio ed assai più verso il cubito. Lo stesso movimento sembra avvenire ma in assai minor grado, tra le due file degli ossi del carpo. Veramente solo i tre della fila superiore possono muoversi alquanto l'uno sull'altro; gli altri lo possono difficilmente, tranne il pisiforme che può rimuoversi giacchè quest'ossicino rotondo non fa giustamente parlando, parte del carpo, e non è in realtà se non un osso sesamoide sovrapposto a questo segmento della mano.

Tra gli ossi metacarpici, quello che appartiene al pollice è il più corto, e conserva quasi la stessa grossezza in tutta la sua lunghezza; gli altri diventano più larghi e più grossi in avanti.

Il metacarpo ha quasi la stessa larghezza in avanti ed in dietro. Dal lato del dorso della mano è convesso sì per lungo che per traverso, mentre dal lato della palma è concavo nell'uno e nell'altro verso, e questo tanto maggiormente in quanto che gli ossi della fila anteriore del carpo e le estremità corrispondenti dei metacarpici si vanno restringendo verso il cavo della mano, come avviene delle pietre onde si compone una volta. Il suo margine anteriore o digitale forma nelle quattro dita esterne un arco la cui convessità corrisponde alle dita, e nel quale il metacarpico del medio è quello che fa più elevamento, il metacarpico del dito mignolo quello che ne fa meno. I quattro metacarpici esterni hanno le loro estremità superiori o carpiche contigue tra loro, ed anche assai strette negli ossi del carpo, cosicchè concorrono con questi a formare il cavo della mano; per la qual cosa i due di mezzo sono situati in maggiore profondità. Le estremità degli ossi del carpo e del metacarpo s'incastrano reciprocamente insieme; il metacarpico del medio è quello che più si estende in su. Da questo lato il metacarpico dell'indice risulta quasi immobile, quello del medio poco mobile, più mobile quello dell'annulare ed anche più quello dell'auricolare. Ma dal lato opposto questi ossi, quelli massime dell'annulare e del dito mignolo, possono più sensibilmente essere tra loro avvicinati o allontanati gli uni dagli altri, e quindi talmente uniti che la mano diventi più cava e simultaneamente più stretta o più piana, ed in pari tempo più larga. La mobilità del pollice riesce più considerevole che non quella delle altre dita, stante il modo d'inserzione del suo osso metacarpico nel carpo; come esso si trova più di lato, così non porta impedimento al resto della mano; può essere avvicinato allontanato ed opposto alle altre dita, ed esso contribuisce ad accrescere tanto la convessità quanto la estensione della mano.

I sesamoidi situati nel lato interno della prima articolazione, ingrandiscono

l'angolo sotto cui i tendini s'inseriscono nelle ossa, e non pongono nessun ostacolo al movimento, essendo suscettibili di mutare alquanto di sito.

Le generalità che concernono le dita sono state già esposte in parte precedentemente. Il dorso dei quattro esterni è alquanto convesso nel verso della lunghezza ed anche più nella direzione trasversale; il loro lato anteriore risulta invece alquanto concavo per lungo; le dita sono anche debolmente curvate; si vanno pure assottigliando, in guisa che quando sono tra loro ravvicinate, la mano a poco a poco si restringe verso la loro estremità. Il pollice è assolutamente dritto o ricurvato verso il dorso della mano, oppure la sua faccia interna corrisponde obbliquamente alla faccia interna delle altre quattro dita, e non si restringe quanto queste ultime verso l'estremità.

La prima falange è quella che ha i più liberi movimenti, potendo portarsi da ogni lato; ma si muove con più facilità verso la palma della mano ed ordinariamente meno verso il dorso nell'adulto. Il pollice per contrario si porta spesso più verso il dorso che verso la palma, ma appena si muove lateralmente, onde rimane più inflessibile. I movimenti della seconda e della terza falange sono assai più limitati; non possono effettuarsi che verso la palma della mano; ma il pollice si raddrizza pure alquanto verso il dorso.

Essendo le dita composte di varie articolazioni, esse abbracciano meglio gli oggetti; e non essendo più di tre, li afferrano con maggior forza. Possono curvarsi sino a toccare gli ossi del metacarpo, e loro viene incontro il pollice. Questa disposizione rende la mano atta a palpare, pizzicare, afferrare, abbracciare, ritenere, comprimere, tanto i corpi di certo volume che i piccoli oggetti di qualsivoglia forma; le permette anche di respinger liquidi, contenerli, e servire a tante altre funzioni. Il pollice e le altre dita tanto insieme che isolatamente, si vanno reciprocamente incontro quando si tratta di prendere qualche cosa, ed il pollice ad onta della sua brevità e della sua dirittura, arriva fino alla seconda falange delle altre dita, perchè queste descrivono un arco più considerevole; da ciò deriva che può esso riunirsi in avanti con un dito qualunque, o colla sua faccia interna toccar quella di tutti gli altri quando si chiude il pugno. Il dito mignolo si piega in modo da non lasciar nessun vacuo; gli altri tre ne lasciano successivamente uno maggiore che ottura il pollice a guisa di coperchio.

CAPITOLO V.

DELLE OSSA DEI MEMBRI INFERIORI.

ARTICOLO I.

Degli ossi ilei.

Gli *ossi ilei innominati*, o *cossali (ossa coxarum*, *innominata*, *anonyma)* (1), i più considerevoli di tutti gli ossi lunghi, formano la maggior parte della pelvi. Sono larghi in alto, grossi nel mezzo, e perforati in avanti. Dei legamenti cartilaginosi li uniscono tanto insieme quanto col sacro chiuso tra loro; sono congiunte alle cosce mediante un'articolazione del genere delle enartrosi.

(1) Albino, *Tab. oss.* XIII, *Icon. oss. foetus*, tav. X (uomo). — Bidloo. tav. XCIX (donna).

Siccome si compongono quasi fino all'età della pubertà di tre pezzi riuniti per via di una massa cartilaginosa, così si ammettono in ciascuno di essi tre parti, l'ileo il pube e l'ischio, che solo conviene non considerare come ossi a parte o distinti.

1.° L'*ileo (os ileum)* è il più grande di questi tre pezzi. La parte anteriore della sua faccia interna, che costituisce la maggior parte di quest'ultima, è liscia ed alquanto concava: un margine rotondo che serve di limite fra la gran pelvi e la piccola, la separa angolarmente dalla piccola parte o porzione interna, che finisce nella incavatura sciatica. La parte posteriore si trova separata dall'anteriore da un margine assai tagliente; vi si osserva una *supeficie auriculare (facies auricularis)* ineguale, coperta di cartilagine, di cui il gran margine corrisponde innanzi, e l'incavatura in dietro, e che si unisce col sacro; posteriormente essa offre molte eminenze sfondi e rugosità, le quali servono di attacco a de' legamenti. Questo pezzo oltrepassa il sacro in dietro. Al di fuori ed in giù esso forma fino al suo termine nella cavità cotiloide una concavità storta, sulla quale discende il muscolo lombo-iliaco.

La faccia esterna è alquanto più rugosa; un elevamento rotondo diretto dall'alto in basso, dapprima assai largo indi più stretto, la separa in due parti poco concave. Per traverso al di sopra di quest'elevamento si vede negl'individui assai muscolosi un vestigio rugoso della inserzione del piccolo gluteo; più dietro si trova una linea curva più corta, e nel principio della incavatura sciatica una rugosità che serve all'attacco del muscolo piriforme. Questa faccia termina coll'orlo sagliente della cavità cotiloide, regione nella quale si fissa una parte del tendine del muscolo retto della coscia.

Il margine superiore, o *cresta iliaca (crista iliaca)*, è rotondo rugoso e curvato ad *S* italica, vale a dire che la sua parte posteriore offre una convessità in dentro e la sua parte anteriore una ne presenta in fuori. Esso incomincia posteriormente con una parte assai stretta, si rigonfia subitamente, diventa più stretto, indi acquista forma angolosa in dentro nel sito donde parte un legamento che va alle vertebre lombari; poi torna ad essere a poco a poco più largo ed angoloso in fuori, nel sito ove manda sulla faccia esterna l'elevamento rotondo sopra accennato; finalmente si ripiega alquanto in dentro, forma una tuberosità ottusa detta *spina iliaca anteriore superiore (spina anterior superior ossis ilei)*, e continua col margine anteriore. Questo margine anteriore risulta dapprima incavato, poi offre al di sopra del margine dell'articolazione della coscia un tubercolo allungato e rotondo, che si chiama *spina iliaca anteriore inferiore (spina anterior inferior)*, e termina con altra incavatura diretta di dentro in fuori e dall'alto in basso.

2.° Il *pube (os pubis)*, la più piccola delle tre parti dell'osso innominato, si compone di due branche, l'una orizzontale angolosa, l'altra discendente piana.

La branca orizzontale *(ramus horizontalis, transversalis s. superior)* è in gran parte la continuazione dell'ileo, e non tiene che poco all'ischio. Superiormente vi si scorge il prolungamento della separazione tra la grande e la piccola pelvi, sotto la forma di un orlo tagliente chiamato *cresta del pube*, il quale dal lato esterno si prolunga in tubercolo rotondo *(tuberculum ossis pubis)*, che separa la faccia esterna e la faccia interna. La faccia esterna è convessa dal lato della cavità cotiloide; indi più giù offre una leggera incavatura che corrisponde al cordone spermatico nell'uomo, al legamento rotondo della matrice nella donna. Essa principia nella cavità cotiloide, e si dirige egualmente verso il tubercolo sotto la forma di dorso rotondo, che si va sempre restringendo. La faccia esterna della branca discendente è larga in alto, indi a poco a poco si restringe, finchè si perde nella faccia esterna della branca ascendente dell'ischio. La faccia interna è più liscia

dell'esterna, alquanto arrovesciata al di fuori nella sua parte superiore, del resto alquanto concava nella branca orizzontale, e poco convessa nella branca discendentale. La superficie cartilaginosa per la quale il pube di un lato si unisce con quello del lato opposto mediante una fibro-cartilagine, presenta quasi sempre una cresta al di dentro, e del resto va sempre in avanti allontanandosi da quella del lato opposto.

Il pube risulta più stretto sul margine verso il foro ovale, punto da cui partendo cresce a poco a poco la sua grossezza nel resto della sua estensione (1).

3.° L'*ischio (os ischii)* si compone egualmente di due branche, l'una anteriore più piccola, l'altra posteriore assai più grande.

La branca anteriore o ascendente *(ramus adscendens)* diventa a poco a poco più larga e più grossa partendo dal punto in cui finisce la branca discendentale del pube, e continua colla branca posteriore. La sua faccia anteriore è rugosa, liscia la posteriore; il suo margine posteriore riesce stretto, e largo l'inferiore.

La branca posteriore o discendentale *(ramus descendens)* presenta sulla sua faccia esterna un dorso rotondo che termina nell'orlo sagliente della cavità cotiloide; inferiormente e posteriormente degenera in una eminenza chiamata *tuberosità sciatica (tuber ischii)*, la quale dapprima assai stretta, si allarga a poco a poco, termina con un circuito ovale, e nel suo complesso descrive una torsione di dentro in fuori e d'avanti in dietro. Tra la cavità cotiloide e la tuberosità sciatica esiste un solco pel tendine del muscolo otturatore esterno. Poscia essa diventa convessa per la parte posteriore della cavità cotiloide e termina con due incavature, una inferiore più piccola *(incisura ischiadica inferior)*, nella quale si ripiega il muscolo otturatore interno, ed una superiore più grande *(incisura ischiadica superior*, o meglio *iliaca)*, che è prodotta in gran parte dall'ileo; presenta forma elittica, e riceve i principali nervi e vasi sanguigni del membro inferiore, cioè il nervo sciatico l'arteria e le vene sciatiche e glutee. Queste due incavature sono tra loro separate da una spina *(spina ossis ischii)*.

4.° La *cavità cotiloide (acetabulum)* è formata dai tre pezzi insieme, ma specialmente dall'ischio. Si dirige obbliquamente in fuori ed in giù (2); il suo margine o *sopracciglio (supercilium acetabuli)* è onduloso: esso comincia nel pube con un elevamento, poi presenta una incavatura, indi si rialza di nuovo nel sito ove è più grosso l'ileo, acquista una seconda incavatura in giù, fa un elevamento quasi maggiore del precedente nell'ischio, e termina verso il foro ovale con una profonda incavatura *(incisura acetabuli)* che dà passaggio ai vasi. Interamente in su ed in giù il margine è più tagliente e fa maggior elevamento. La stessa cavità risulta emisferica: ma non la riveste la cartilagine in tutta la sua estensione, giacchè quasi un terzo se ne trova priva, in guisa che la parte incrostata ha forma semilunare: al di sopra del mezzo di questa regione si trova una depressione rugosa, che serve di attacco al legamento rotondo che fissa il femore (3). Il resto non coperto di cartilagine della cavità cotiloide si trova pieno di adipe sottilissimo, ed anche alquanto più piano.

È tale la disposizione dell'articolazione cosso-femorale che la coscia può pie-

(1) Lasso trovò in un cadavere il pube munito di due apofisi che somigliavano all'apofisi stiloide; avevano due o tre pollici di lunghezza, e si estendevano verso la vescica. *(Patologia chirurgica*, Parigi, t. I, 1805, cap. 80).

(2) Portal vide nel fanciullo di quattro anni di un acrobata la cavità cotiloide due volte più larga del consueto e meno profonda. *(Elementi di anatomia*, t. V, p. 73)

(3) Talvolta esiste un foro nel fondo della cavità cotiloide.

garsi sull'osso innominato particolarmente in avanti, meno sul lato, ed anche meno in dietro.

Nella posizione dritta il tronco posa principalmente sulla parte della cavità cotiloide che appartiene all'ileo.

Il gran *foro ovale (foramen ovale s. thyroideum)* situato fra il pube e l'ischio, è quando più quando meno triangolare, con angoli rotondi. Lo chiude una membrana fibrosa, tranne alcuni fori pel passaggio di un nervo o di un'arteria: il che gli valse pure il nome di *foro otturatore (foramen obturator)*. Il più lungo lato è formato dall'ischio, il medio dalla branca discendentale del pube, ed il più corto dalla branca orizzontale di quest'osso. Il suo orlo è d'altronde rugoso. Il suo angolo superiore si prolunga obbliquamente dal lato interno e superiore in una incavatura o in un semi-canale, e non si estende su tal punto la membrana fibrosa.

La sostanza dell'osso innominato è più compatta che altrove nel sito ove posa immediatamente sulla testa del femore, vale a dire nella parte dell'ileo che forma la cavità cotiloide. Nei punti in cui è più densa questa sostanza, contiene cellette midollari. In generale tutta la faccia esterna dell'osso presenta più fori vascolari che l'interna; per altro quest'ultima possiede un foro considerevole assai costante, o l'orificio di un canale per vasi sanguigni, non lungi dall'articolazione col sacro.

Alla parte iliaca dell'osso cossale si attaccano i muscoli obbliquo esterno, obbliquo interno e trasverso del basso-ventre, il quadrato dei lombi, i tre glutei, il piriforme, l'iliaco interno ed il sacro lombare; all'angolo della cresta, il muscolo del fascia lata ed il tenue interno; al pube, una parte del tendine dell'obbliquo interno e dell'obbliquo esterno del basso-ventre, il piramidale, il retto del basso-ventre, il corto ed il lungo adduttori, il pettineo, l'otturatore esterno e l'ottoratore interno; all'ischio, l'obbliquo esterno e l'obbliquo interno del basso-ventre, i gemelli della coscia, il quadrato dei lombi, il semi-membranoso, il semi-tendinoso, il bicipite crurale, l'ischio-coccigeo, il grande adduttore, una parte del retto della coscia e del muscolo perineale; finalmente nell'uomo l'ischio-cavernoso e nella donna l'ischio-clitorideo.

Nel bambino a termine l'osso innominato è cartilaginoso, con tre punti di ossificazione, uno per ciascun pezzo. Il disco cartilaginoso che scomparisce il primo è quello che riuniva i rami anteriori del pube e dell'ischio; già non ne rimangono più vestigia a dodici anni; di rado resta tal punto diviso da una cartilagine dopo il perfetto compimento dell'osso (1). In appresso verso l'età matura i tre pezzi della cavità cotiloide si riuniscono insieme: alla stessa epoca si ossificano pure le epifisi della tuberosità sciatica e della spina del pube, finalmente la cresta che forma l'orlo dell'ileo. Il foro ovale risulta ellittico nei fanciulli e triangolare negli adulti.

ARTICOLO II.

Del femore.

Il *femore (os femoris)* (2) è il più lungo il più grosso ed il più grave di tutti gli ossi dello scheletro. Si unisce con l'osso innominato, la tibia e la rotella. Vi

(1) Citasi l'osso cossale di una ragazza di anni diciassette, nella quale i tre pezzi erano ancora affatto separati nella cavità cotiloide. (S.-N.-C. DE FREMERY, *Diss. de mutationibus figurae pelvis*, Leida, 1793, p. 14).

(2) ALBINO, tav. XIV e XV, *Icones oss. foetus*, tav. X (uomo). — BIDLOO, tav. CIII (donna).

si distinguono la testa il collo i trocanteri il corpo ed i condili, parti che tutte nella giovinezza formano altrettanti pezzi distinti.

La *testa* incrostata di cartilagine rappresenta qualche cosa di più di una semisfera; ha contorno onduloso, in guisa che si allunga in forma di angolo verso su ed in dietro, ond'è che corrisponde alla circonferenza della cavità cotiloide dell'osso cossale. Quasi nel suo mezzo ma alquanto più vicino alla parte interna ed inferiore, si osserva una depressione ruvida priva di cartilagine, nella quale s'inserisce il legamento rotondo. Il mezzo della parte sferica corrisponde all'asse del collo.

Il *collo* che si allontana dal corpo di fuori in dentro, dal basso in alto, e di dietro in avanti sotto un angolo acuto, il che gli permette di sostenere più comodamente il peso del tronco, è situato a distanza sufficiente dagli ossi della pelvi, per lasciar muovere liberamente l'una sull'altro quest'ultima ed il femore. Immediatamente al di sotto della testa esso è più sottile che nel rimanente della sua estensione: poi diventa triangolare con margini rotondi. Più appianato in avanti mostra in dietro una faccia superiore ed una faccia inferiore. Considerato unito col corpo dell'osso, è incavato innanzi.

Il *gran trocantere* in cui termina il collo al di fuori, s'innalza al di sopra di esso e si dirige in dietro. È convesso in fuori, e fornito di rugosità alle quali si attaccano de' forti tendini; in dentro risulta scavato, in guisa che offre un angolo rotondo al di dietro, e forma una piccola cavità.

Il *piccolo trocantere* situato più giù e dietro all'estremità del collo, è un'eminenza rotonda che si dirige in giù ed in dentro.

Dal gran trocantere al piccolo si stende così in avanti che in dietro una linea rugosa *(linea inter trochanterica)*, in cui s'inseriscono i legamenti articolari. Siffatta linea o cresta è assai rilevata in forma di elevamento rotondo e penetrato da fori, massime in dietro ove essa comincia nel gran trocantere; oltre ai legamenti, il muscolo quadrato della coscia vi prende la sua inserzione.

Il corpo veduto nel suo complesso, è alquanto curvato in avanti e concavo in dietro; la sua estremità inferiore si porta alquanto in fuori; dapprima più largo si assottiglia un poco, indi serba lo stesso diamentro in una determinata estensione, e verso i condili acquista rapidamente maggiore larghezza e grossezza che non altrove. In avanti sembra rotondo; ma giustamente parlando è triangolare; cosicchè vi si distinguono una faccia anteriore e due facce laterali, interna ed esterna, addossate tra loro. La faccia anteriore comincia nel gran trocantere al di sotto del collo, e si estende fino al margine dei condili, ov'essa offre una leggiera depressione per poter procurare dello spazio alla rotella nello stendimento del ginocchio. Essa è più rotonda in su che non in basso. Il suo margine esterno risulta più ottuso che non l'interno. La faccia esterna comincia nel gran trocantere, e si estende fino al condilo esterno; è presso a poco rotonda; solo si notano alcuni solchi nel mezzo della sua lunghezza. La faccia interna, alquanto più appianata, incomincia al di sotto del collo e si estende restringendosi fino al condilo interno. La *linea aspra (linea aspera)*, prodotta dall'incontro delle facce interna ed esterna, comincia doppia al di sotto dei due trocanteri, poi diventa semplice e finisce col perdersi al di sotto del mezzo dell'osso. È più o meno sagliente e più o meno tagliente. In su ed in giù ove le due sue metà si allontanano tra loro, essa dà quasi apparenza quadrata all'osso: onde vi si distinguono un labbro esterno ed un labbro interno, di cui il primo è più notabile. Su questa linea si scorge un elevamento allungato a cui si attacca il vasto interno.

I due *condili* distinti in *esterno* ed *interno*, sono semplici in avanti, mentre

in dietro fanno ciascuno elevamento e si allontanano l'uno dall'altro. L'esterno è più dritto e più elevato in avanti che non l'interno. L'interno è rotondo e più lungo onde discende anche più in basso; la sua parte posteriore risulta più convessa. Entrambi sono rugosi per l'attacco di alcuni tendini. Le loro superficie terminali, incrostate di cartilagine, sono riunite in avanti, scavate in forma di carrucola nel davanti, più sporgenti dal lato esterno per la unione colla rotella, e separate in dietro da una profonda incavatura rugosa, nella quale si collocano i legamenti incrocicchiati, ed ove l'arteria poplitea con le vene ed i nervi, si trova al sicuro. In basso ove si adattano alla tibia, sono appianate. Non essendo il condilo interno diretto in senso inverso della testa, il femore sembra aver subito inferiormente una torsione di dentro in fuori.

La sostanza del femore forma una cavità considerevole nel mezzo del corpo dell'osso, ove il vacuo ha maggiore capacità. È assai spugnosa nell' estremità e particolarmente nell' inferiore.

Le estremità del femore offrono numerosi e grandi fori pel passaggio di vasi. Verso il mezzo del corpo al di dietro, sulla linea aspra, se ne scorgono due considerevoli pe' quali s'introducono delle arterie. Inoltre la superficie dell'osso offre per tutto lievi solchi, che sono altrettante tracce di vasi.

Al femore si attaccano, nella fossa situata dietro il gran trocantere, il muscolo otturatore interno ed i gemelli; immediatamente al di sotto di questa cavità, l'otturatore esterno; nella parte interna della sommità del gran trocantere, il piriforme; nel lato esterno di tale sommità, il medio gluteo; nel suo sfondo in avanti ed in giù, il piccolo gluteo; nella cresta situata fra i trocanteri, il quadrato della coscia; nella linea rugosa che parte dal gran trocantere, da un lato il gran gluteo dall'altro il pettineo, poi gli adduttori e la corta testa del bicipite; nel piccolo trocantere, il psoas e l'iliaco; in avanti al di sotto del gran trocantere, il vasto esterno, ed al di sotto della linea tesa fra i trocanteri il crurale; in una eminenza del condilo interno, il tendine del più grosso ventre del bicipite; in altra eminenza del condilo esterno, il ventre esterno dei gastrocnemii, ed in una fossetta più profonda, il popliteo; nella parte posteriore di questo medesimo condilo esterno, il plantare tenue.

Nel bambino a termine il femore è assai incompiuto: non vi ha che il solo corpo ossificato. Inoltre l'osso è dritto e non ancora curvato.

Il femore è di tutti gli ossi del membro inferiore quello che varia maggiormente. Negl'individui che sono stati anche in debole grado rachitici, hanno l'angolo tra il collo ed il corpo meno ottuso, il che rende vacillante il camminare. Talvolta l'osso è assai lungo (1), ma anche allora riesce ad un tempo lungo e grosso. Assai di rado manca nella testa la cavità che accoglie il legamento rotondo.

ARTICOLO III.

Della tibia.

La *tibia* (*tibia, focile majus cruris*) (2) è il principale osso della gamba, quello che solo col suo congenere porta l'intero peso del corpo. Essa è più corta

(1) Merck, *Hessische Beitraege*, fasc. I. Il femore che egli descrive aveva 21 pollici. Soemmerring ne possedeva de' più lunghi ancora. Il più grande che si conosca aveva 23 pollici, linee 3 1/2.

(2) Albino. *Tab. oss.*, XXVI, XXVII. *Icon. oss. foetus*, tav. XI; (uomo). — Bidloo tav. CIV.

del femore, meno grossa in giù che in alto nella sua congiunzione coll'osso della coscia, ed è per lo più triangolare. Si articola in su col femore la rotella ed il peroneo, in giù col peroneo e l'astragalo.

Vi si distinguono un corpo, due estremità, i margini e l'angolo o la cresta.

L'estremità superiore termina con una superficie quasi ellitica, inclinata in dietro, ove offre una incavatura, e fornita di due sfondi laterali incrostati di cartilagine, separati da una eminenza su cui non si estende l'ultima. Quegli sfondi sono chiamati cavità glenoidi. Sono bislunghi, quasi ovali, inclinati in dietro e sui lati. L'interno è più lungo e più profondo che non l'esterno, il quale in cambio è alquanto più largo ed anche situato alquanto più su. In dietro ed innanzi alle cavità glenoidi trovasi una leggera depressione, a cui sono attaccate mediante legamenti le cartilagini articolari del ginocchio. Queste cavità glenoidi sono più corte e più rotonde nel loro circuito che non le superficie dei condili del femore che poggiano su di esse coll'intermedio di dischi cartilaginosi. L'eminenza mediana, o *spina della tibia (acclivitus condyloidea)* dà attacco ai legamenti delle cartilagini articolari. Dei due tubercoli che la terminano, l'esterno si trova alquanto più innanzi dell'interno. Il lato anteriore della estremità superiore della tibia è alquanto inclinato verso il tubercolo destinato alla inserzione del legamento della rotella. Si osservano pure nelle parti esterna e posteriore del circuito rugoso di questa estremità la superficie articolare rotonda incrostata di cartilagine, sporgente e diretta dall'alto in basso, a cui si adatta il peroneo. Intorno alla parte interna regna una cresta trasversale, in cui s'inserisce il muscolo semi-membranoso.

Il corpo dell'osso è alquanto curvato in dentro nella sua parte superiore, convesso nel suo lato interno, concavo nel suo lato esterno, onde la sua sommità è inclinata in avanti. Inferiormente è dritto. Al di sotto della estremità superiore si restringe tanto da destra a sinistra che d'avanti in dietro; ma verso giù diventa a poco a poco più grosso. Delle tre sue facce l'una è interna, la seconda esterna, e posteriore la terza. La faccia interna si estende dalla estremità superiore fino al malleolo; è la più grande la più larga e la più rotonda: non la copre nessun muscolo; però vi si osservano in dietro ed alquanto in giù, nella tuberosità anteriore, quella che serve d'attacco al tendine dell'estensore della gamba, delle rugosità indicanti l'inserzione dei tendini riuniti del tenue interno e del semi-tendinoso; verso l'angolo interno per l'opposto se ne trova una meno sensibile, che serve al legamento laterale dell'articolazione del ginocchio. La faccia esterna è quasi dritta in alto, ma al di sotto del mezzo si dirige in avanti ed in dentro, e si perde diventando più largo nella faccia interna; superiormente riesce più stretta che nel mezzo, ed alquanto concava per il lungo estensore del pollice del piede, il lungo estensore comune delle dita del piede, il terzo peroniere, ed il tibiale anteriore; inferiormente poi è rotonda. La faccia posteriore risulta concava in alto, ove una linea sagliente che discende lungo la sua parte media, la divide in due; verso giù essa è semplice e rivolta alquanto in dentro; ma considerata nel suo complesso, ha più larghezza nelle estremità che nel mezzo. Al di sopra di siffatta cresta vedesi una linea aspra prodotta dall'inserzione di uno dei muscoli del polpaccio, discendere obbliquamente di fuori in dentro. Il muscolo popliteo s'inserisce al di sopra della cresta: al di sotto di questa trovasi il lungo flessore delle dita del piede, e nel suo lato esterno il tibiale posteriore. Inferiormente si scorge ancora uno sfondo che si allarga a poco a poco, si perde nella cavità destinata a ricevere i legamenti del peroneo, e dà in quel sito una forma quadrangolare alla tibia.

Il margine anteriore chiamato *cresta della tibia*, è formato dalla riunione delle facce interna ed esterna. Essa discende obbliquamente nel lato esterno della tube-

rosità che dà attacco al tendine dell'estensore della gamba, e si perde all'altezza del malleolo. È alquanto concavo al di fuori nella sua parte superiore, ed in dentro nella sua parte inferiore.

Il margine interno discende fino alla parte posteriore del malleolo; rotondo in alto, è alquanto più tagliente al di sotto del mezzo. Dapprima incavato, poi sporgente, indi nuovamente incavato, torna ad essere una seconda volta sporgente, e termina in giù con una ultima incavatura.

Il margine esterno riesce tagliente dall'alto in basso. Leggermente concavo nella sua parte superiore e nella sua parte inferiore, è prominente nel mezzo. Dà attacco al legamento interosseo.

L'estremità inferiore della tibia produce al di dentro il malleolo interno, ed offre delle rugosità nella su periferia. Dal lato esterno è concava. Avanti ed in dietro presenta delle asprezze pe' legamenti che uniscono l'osso con la estremità inferiore del peroneo, ed affatto in giù si osserva una faccetta concava, rivolta al di fuori, e coperta di cartilagine, alla quale si applica quest'ultimo osso. La superficie inferiore rivestita di cartilagine è quadrilatera, più stretta dal lato del malleolo, concava avanti ed in dietro, convessa nel mezzo, leggermente concava nel lato esterno, e profondamente depressa nel lato interno: essa offre dal lato del malleolo, una superficie inclinata, che si adatta alla superficie in forma di carrucola dell'astragalo. La sua direzione è obbliqua, vale a dire il suo lato anteriore corrisponde al di fuori, l'esterno al di dietro, il posteriore al di dentro, e l'interno in avanti. Da ciò risulta che il piede si trova pure portato in fuori. Il malleolo interno corto ma largo in dentro, discende restringendosi a poco a poco. Il suo lato esterno è convesso e rugoso. Nella sua parte posteriore si nota un solco destinato al tendine del muscolo tibiale posteriore; ancora più indietro se ne trova uno meno sensibile pel tendine del lungo flessore del grosso dito del piede: nella parte più inferiore al di dietro si scorge uno sfondo che riceve il legamento pel quale la tibia tiene al calcagno. Sembra dunque da ciò avere la tibia subìta nella sua totalità tale torsione che il malleolo interno sia diretto in avanti come se fosse situato precisamente sotto della parte laterale e rotonda della estremità superiore.

La sostanza dell'osso è più compatta nel mezzo, e vi racchiude una cavità midollare. Nelle estremità è spugnosa. Uno dei più grandi fori si osserva nella faccia posteriore, non lungi al di sotto della linea trasversale a cui si attacca il muscolo soleo: è l'orificio di un condotto vascolare diretto dall'alto in basso.

Alla tibia s'attaccano l'estensore della gamba (mediante la rotella), il sartorio, il gracile interno, il semi-tendinoso, il semi-membranoso, il popliteo, i gemelli, il soleo, il tibiale anteriore, il tibiale posteriore, il lungo flessore delle dita del piede, il proprio flessore del dito grosso, e l'estensore comune delle dita del piede.

Nel bambino a termine quest'osso si compone del suo corpo, che è ossificato, e delle sue estremità che sono cartilaginose.

ARTICOLO IV.

Della rotella.

La *rotella (patella, rotula, mola)* (1) rappresenta in qualche modo il più grande degli ossi sesamoidi; è una specie di appendice mobile della tibia, e fino ad

(1) Albino, tav. XXVII. *Icones oss. foetus*, tav. X (uomo). — Bidloo, tav. CIII (donna).

un certo punto l'analoga dell'olecrano. Il suo margine superiore si trova situato nel tendine del muscolo estensore del ginocchio, ed il suo margine inferiore si attacca alla tibia mediante un forte prolungamento dello stesso tendine. Ha la forma di triangolo che ha lato convesso; più larga che grossa, è più alta nel suo lato esterno, più grossa in alto (nella sua base), e si assottiglia a poco a poco verso giù (nella sua cima), ove termina con un angolo ottuso. La sua faccia anteriore è convessa, rugosa, in qualche modo striata e penetrata da fori considerevoli che danno passaggio a vasi sanguigni. Il margine superiore risulta concavo e coperto d'ineguaglianze derivanti dall'attacco del tendine. Un solco analogo ma più profondo esiste pure nel margine esterno. La faccia posteriore è coperta di cartilagine, tranne la cima che presenta una concavità, e piccola parte del margine esterno; essa s'innalza sotto la forma di dorso rotondo, diretto dall'alto in basso, che le permette di meglio adattarsi alla superficie cartilaginosa trocleiforme del femore. Le faccette situate dai due lati di quel dorso sono alquanto concave; l'interna è più piccola e più piana; l'esterna più grande ed un poco più profonda.

La sostanza della rotella è compatta esteriormente, spugnosa nell'interno.

Nel bambino a termine tale osso non è ancora se non semplice cartilagine, la quale non si ossifica che verso l'età di sei a dieci anni.

Varia la forma della rotella; trovasi quest'osso talora più rotondo o più trigono, talora più piano o più convesso. La sua superficie interna è per altro quella che diversifica maggiormente, avendo qualche volta un dorso assai elevato, e qualche altra essendo quasi piana (1).

ARTICOLO V.

Del peroneo.

Il *peroneo (fibula, perone, focile minus cruris)* (2) è situato nel lato interno della tibia a cui si trova attaccato nelle due sue estremità e particolarmente nell'inferiore mediante legamenti; si articola pure inferiormente coll'astragalo. Un certo intervallo riempito dal legamento interosseo lo separa dalla tibia. Alquanto più corto e assai più sottile della tibia, è quasi triangolare nel mezzo della sua lunghezza, quadrangolare al di sotto di quel punto, e più grosso nelle due estremità.

L'estremità superiore risulta quasi trigona ed ineguale, e termina in alto con una punta ottusa. La sua faccia interna ha una piccola faccetta incrostata di cartilagine, per la quale si adatta alla tibia in guisa da non poter eseguire che un leggero scorrimento in avanti ed in dietro. La faccia esterna è parimente inclinata e scabra nel sito in cui s'inserisce il bicipite crurale.

Al di sotto della sua estremità superiore l'osso diventa subitamente assai stretto, dopo di che cresce a poco a poco in volume. Dapprima discende in linea retta fino ai due terzi della sua lunghezza, indi sempre più si ravvicina alla tibia e poi ricomincia a discendere direttamente. Vi si distinguono quattro facce, esterna interna posteriore ed anteriore, separate dai margini anteriore interno ed esterno. La faccia esterna è concava in alto, poi solcata, indi torta d'avanti in dietro, finalmente di nuovo concava verso giù. Dà attacco al corto ed al lungo peroneo, i quali

(1) La genuflessione frequente e prolungata nella giovinezza sembra modificare alquanto la rotella, e sformarla e renderla più larga.

(2) Albino, *Tab. oss.* XXVIII. *Icon. oss. foetus*, tav. XI (uomo). — Bidloo, tav. CIV (donna).

esigevano ch'essa presentasse siffatta torsione, poichè si aggirano intorno al malleolo esterno. Inferiormente continua colla faccia esterna della rotella, che riesce triangolare e priva di muscoli. La faccia posteriore si torce in pari tempo che l'esterna, in guisa che inferiormente essa diventa interna come questa posteriore. Al di sopra del malleolo essa presenta delle grandi asprezze prodotte dall'attacco dei legamenti; in alto se ne veggono delle altre dipendenti dalla inserzione del muscolo soleo e del lungo flessore delle dita del piede. La faccia interna finisce con una punta al di sotto del mezzo rimpetto alle facce anteriore e posteriore: nella sua concavità si trova situato il muscolo tibiale posteriore. La faccia anteriore comincia assai dritta nel margine anteriore, e termina restringendosi nella faccia anteriore del malleolo. Il margine anteriore *(cresta del peroneo)* separa tra loro le facce interna ed esterna, e produce la faccia anteriore: dà attacco all'estensore del pollice, al lungo estensore delle dita del piede ed al soleo, ed in giù al legamento interosseo. Il margine esterno è ottuso in alto, diventa più tagliente torcendosi, e si perde nel lato interno della rotella. Il margine interno è rotondo in alto, poi diventa il più tagliente di tutti, e finisce nel margine anteriore: dà attacco al legamento interosseo.

L'estremità inferiore forma il malleolo esterno più grosso dell'interno, più lungo e situato al di dietro; è quasi triangolare. Il suo lato esterno è convesso; il posteriore più piccolo e più piano; l'interno coperto di cartilagine si adatta parte alla tibia parte all'astragalo, con cui si unisce un forte legamento. Il dorso del malleolo è solcato pe' tendini dei muscoli peronei.

La sostanza del peroneo è compatta esternamente, cellulosa e provvista di midolla nell'interno, tranne nelle estremità che sono spugnose. Al di sopra del mezzo della lunghezza della sua faccia posteriore si trova l'orificio d'un canale vascolare discendente.

Le due estremità del peroneo sono ancora cartilaginose nel bambino a termine.

ARTICOLO VI.

Delle ossa del piede.

Le ossa del piede comprendono i sette ossi del tarso, i cinque metatarsici, e le falangi delle dita.

I. *Ossi del tarso (ossa tarsi).*

1.° L'*astragalo (astragalus talus, os tesserae, tetroros)* (1) sostiene immediatamente il peso del corpo. Si articola superiormente con la tibia ed il peroneo assai debolmente; anteriormente con lo scafoide; inferiormente col calcagno in modo più stretto.

Vi si distinguono un corpo un collo ed una testa.

Il corpo ha cinque facce. La superiore incavata in forma di carrucola e coperta di cartilagine diventa più larga in avanti, continua col collo, e si arrovescia dai due lati; cosicchè la sua parte superiore si adatta alla incavatura della tibia, i lati ai malleoli, e l'articolazione oltre la sua mossa di cerniera, può anche muoversi lateralmente, massime quando è disteso il piede. La faccia interna è parte incrostata di cartilagine parte ineguale ed assai scabra; la parte incrostata la più piccola riesce rotonda in avanti ed in dietro acuminata ed alquanto concava; la parte ru-

(1) Albino, *Tab. oss.* XXIX, fig. 7-11, tav. XXXII, XXXIII e XXXIV. *Icon. oss. foet.* tav. XII, fig. 83 e 84 (uomo). — Bidloo, ultima tavola (donna).

gosa serve all'attacco dei legamenti. La faccia esterna è quasi interamente coperta di cartilagine, tranne un solco profondo destinato a ricevere un legamento: somiglia ad un quarto di cerchio, si restringe inferiormente e termina in punta. La faccia posteriore è la più piccola: vi si nota una incavatura liscia e situata obbliquamente pel tendine del lungo flessore del pollice del piede. La sua faccia inferiore offre al di dietro ed al di fuori una incavatura trasversale coperta di cartilagine che si adatta al calcagno; in guisa che l'articolazione può piegarsi alquanto sul lato, ma più in dentro che in fuori.

Il collo è assai rugoso inegnale forato ed in qualche modo storto. Più lungo nel lato esterno e più corto nel lato interno e nel lato posteriore, ove ha pure una concavità più sensibile, e dove si adatta ad una incavatura analoga ma meno profonda del calcagno, donde risulta un vacuo notabile ripieno di legamenti nello stato fresco.

La testa si compone di due superficie articolari incrostate di cartilagini, l'una anteriore l'altra posteriore. L'anteriore più grande dell'altra, è assai convessa, e si articola collo scafoide: talvolta è resa alquanto angolosa dallo attacco della fibro-cartilagine che unisce l'astragalo collo scafoide. L'inferiore più piccola e bislunga poggia sull'apofisi laterale del calcagno. Di rado si trova anche una piccola superficie coperta di cartilagine mediante la quale l'astragalo si unisce al cuboide.

L'astragalo contiene un nocciolo d'ossificazione nel bambino a termine.

2.° Il *calcagno (os calcis, calcaneus)* (1), il più grosso di tutti gli ossi del piede, serve di base agli altri ossi del tarso. Si articola assai strettamente coll'astragalo e col cuboide.

L'estremità posteriore forma una prominenza bislunga e assai rugosa, chiamata *tuberosità del calcagno*. Questa prominenza discende obbliquamente di fuori in dentro; vi s'inserisce il tendine del muscolo peroneo, in guisa che il margine superiore della tuberosità, lungo il quale si applica questo tendine nella flessione del piede, rimane libero ed offre una superficie levigata.

La parte seguente chiamata corpo è più alta che non grossa. Termina in su con una superficie articolare convessa e coperta di cartilagine, ed in giù si dirige in avanti colla parte inferiore. La superficie articolare su cui poggia l'astragalo corrisponde obbliquamente in avanti, e quasi ovale più stretta in alto che non in basso.

Al di dentro il calcagno forma per ricevere il collo dell'astragalo una prominenza *(sustentaculum s processus lateralis tali)* che presenta superiormente una superficie circolare coperta di cartilagine, più stretta, meno inclinata e concava, mentre inferiormente vi si osserva un solco pel tendine del lungo flessore del dito grosso del piede. Sulla parte sporgente da cui parte un legamento che va allo scafoide, si scorge tra quella superficie articolare ed il solco, un piccolo solco, spesso appena sensibile, destinato al tendine del lungo flessore delle dita del piede. Rimpetto a questo solco, più in avanti ancora, si trova una più piccola incavatura coperta di cartilagine, talora da esso separata talora invece confusa con esso, e che riceve anche parte dell'astragalo. Tra la faccia articolare convessa e la faccia articolare dell'apofisi laterale, si scopre una infossatura assai ineguale, destinata ai legamenti che si portano dal calcagno all'astragalo. Dietro la parte più anteriore sorge nel margine esterno una rugosità in cui s'inserisce il corto estensore delle dita dei piedi. La parte anteriore ricoperta di cartilagine che si unisce col cuboide, è leggermente concava in alto, alquanto convessa in basso, e quasi triangolare nel

(1) Albino, *Tab. oss.* XXIX, fig. 1-6. Tav. XXXII, XXXIII, XXXIV. *Icon. oss. foet.* tav. XII, fig. 81 ed 82 (uomo). — Bidloo, ultima tavola (donna).

suo circuito; corrisponde in avanti ed alquanto in dentro. La faccia esterna del calcagno la più lunga di tutte, risulta ineguale e scabra, e forma la parte laterale del tarso. Qualche volta vi si scorgono due tubercoli, fra i quali passa il tendine del lungo peroneo. La faccia interna è più liscia, e vi si scorge pel passaggio dei tendini dei vasi e dei nervi, una grande incavatura amplificata eziandio dall'apofisi laterale dell'osso. La faccia inferiore e la faccia posteriore sono separate tra loro nella estremità inferiore, da una tuberosità rugosa, in cui prendono i loro attacchi l'abduttore del dito mignolo del piede e l'aponeurosi plantare. Nella faccia inferiore la rugosità con cui termina la tuberosità della estremità posteriore dà attacco al tendine del corto flessore delle dita del piede; nel lato esterno si trova un'altra rugosità; donde partono legamenti che vanno al cuboide.

La sostanza del calcagno è compatta all'esterno, reticolare e spugnosa internamente.

Al calcagno si attaccano il tendine di Achille, il tenue plantare, il corto estensore delle dita del piede, l'abduttore del dito mignolo del piede, il corto flessore delle dita del piede, la lunga testa dell'abduttore del pollice del piede, e parte del tendine del tibiale posteriore.

Nel bambino a termine il calcagno è già ossificato in parte, ed il suo nocciolo osseo supera assai in volume quello dell'astragalo.

3.° Lo *scafoide* o *navicolare (os naviculare s. scaphoideum tarsi)* (1) è situato per traverso e dall'alto in basso fra l'astragalo i tre cuneiformi ed il cuboide nel lato interno del tarso, di cui tra le due file d'ossa si trova in qualche modo racchiuso. La maggior parte della sua faccia posteriore è coperta di cartilagine concava ovale, ma acuminata inferiormente; si adatta all'astragalo. La minore ineguale e scabra termina in dentro con un'apofisi rugosa *(tuberositas ossis navicularis)*, in cui s'inserisce il tendine del muscolo tibiale posteriore. La faccia anteriore risulta coperta di cartilagine sino all'apofisi precedente convessa e divisa in tre faccette da due linee saglienti; la faccetta interna più grande delle altre presenta la forma di un triangolo colla cima rivolta in fuori, e si adatta al grande osso cuneiforme; la media del pari triangolare, e colla sua cima diretta in fuori, sta in rapporto col secondo cuneiforme; l'esterna quasi quadrangolare si adatta al terzo cuneiforme. La faccia superiore appartiene al dorso del piede; è ineguale rugosa e penetrata da fori. La faccia inferiore offre nel suo lato interno una piccola faccetta piana e rivestita di cartilagine, che di rado manca, e per la quale si unisce col cuboide; del resto è assai ineguale, ed appartiene alla pianta del piede. Di sotto alla tuberosità si trova un solco pel tendine del tibiale posteriore.

La sostanza dello scafoide somiglia a quella delle altre ossa del tarso.

A tale osso si attacca parte del tendine del muscolo tibiale posteriore.

Nel bambino a termine esso risulta affatto cartilaginoso. L'ossificazione non comincia comunemente che nel corso del secondo anno.

4.° I *tre ossi cuneiformi (ossa cuneiformia)* sono situati tra lo scafoide, i quattro ossi metatarsici ed il cuboide. Il più grande si trova dentro, il medio fuori, ed il più piccolo tra loro due. Il più piccolo ed il medio hanno quasi la forma di cuneo; il grande assume men questa forma. I due primi sono realmente chiusi, mentre il grande ha il suo lato principale libero.

La loro sostanza è identica a quella dello scafoide.

Sono affatto cartilaginosi nel bambino a termine.

(1) Albino, *Tab. oss.* XXIX, fig. 12 17, tav. XXXII e XXXIII *Icon. oss. foet.* tav. XII, fig. 85 ed 86 (uomo). — Bidloo, ultima tavola (donna).

L'estensione delle loro superficie coperte di cartilagine è assai varia.

a. Il grande o *primo cuneiforme (os cuneiforme primum, majus s. internum tarsi)* (1) più lungo che largo, ha la sua grossa estremità diretta in giù. Vi si osserva una superficie convessa ed una superficie concava. In dietro trovasi una superficie articolare coperta di cartilagine triangolare e concava, che si adatta allo scafoide. Innanzi se ne trova una analoga ma più grande reniforme convessa, con una infossatura nel mezzo, e che stà in rapporto coll'osso metatarsico del pollice del piede. La faccia interna è ineguale e scabra, stante l'attacco di forti legamenti: presenta una superficie rivestita di cartilagine in forma di uncino, che si adatta per lo più al secondo cuneiforme, e solo per piccolissima estensione al secondo metatarsico. La faccia convessa appartiene parte al dorso e parte alla pianta del piede: risulta assai scabra e penetrata da fori. Nel suo angolo anteriore ed inferiore si vede una faccetta quasi liscia, su cui poggia il tendine del tibiale anteriore, che si attacca ad una rugosità che viene immediatamente dopo: inferiormente per contrario esiste un tubercolo, nel quale s'inserisce il tendine del muscolo tibiale posteriore.

Il lungo peroneo, parte del peroneo posteriore e la corta parte dell'abduttore del pollice del piede, si attaccano a quest'osso.

b. Il *medio* o *secondo cuneiforme (os cuneiforme minus secundum s. medium tarsi)* (2) il più piccolo dei tre, è per così dire chiuso fra il grande il piccolo il secondo metatarsico e lo scafoide.

La faccia superiore o base è quadrilatera, per altro più lunga che non larga rugosa e penetrata da fori, appartiene al collo del piede. Le facce interna ed esterna sono più quadrate, più larghe tra i margini superiore ed inferiore che non tra gli anteriore e posteriore, e fornite sì nel loro margine posteriore che nel superiore di superficie articolari incrostate di cartilagini. Il resto di quelle facce laterali è rugoso ed infossato; esse si riuniscono inferiormente in un margine rotondo. La faccia laterale interna che si adatta al primo cuneiforme è convessa; l'esterna che si trova in rapporto col terzo cuneiforme, concava. La faccia anteriore e la posteriore sono coperte di cartilagini triangolari, larghe in alto, in basso terminate in colta; però l'anteriore riesce più stretta e più lunga della posteriore, che la cartilagine non ricopre interamente fino alla sua parte inferiore. L'anteriore in rapporto col secondo metatarsico, è leggermente convessa; la posteriore adattata allo scafoide, è alquanto concava.

I tendini del corto flessore del dito grosso del piede s'inseriscono nel secondo cuneiforme.

c. Il *piccolo* o *terzo cuneiforme (os cuneiforme tertium)* (3) è situato in giù ed innanzi come un cuneo, di cui mostra la forma, fra sei ossi, il secondo metatarsico il terzo il quarto il secondo cuneiforme lo scafoide ed il cuboide. La sua superficie superiore che fa parte del collo del piede, è ineguale più lunga che larga, talvolta esagona, e spessissimo pentagona soltanto, perchè le connessioni col secondo osso del metatarsico ed il quarto hanno pochissima larghezza. Le sue facce laterali, interna ed esterna, sono per lo più quadrilatere; si riuniscono inferiormente in un margine rotondo. L'interna presenta nell'angolo superiore ed ante-

(1) Albino, *Tab. oss.* XXIX, fig. 18-22, tav. XXXII e XXXIII. *Icon. oss. foet.*, tav. XXII, fig. 91 e 92 (uomo). — Bidloo, ultima tavola (donna).

(2) Albino, *Tab. oss.* XXIX, fig. 23-27, tav. XXXII e XXXIII. *Icon. oss. foet.*, tav. XII, fig. 91 e 92 (uomo). — Bidloo, ultima tavola (donna).

(3) Albino, *Tab. oss.* XXIX, fig. 28-32, tav. XXXII, e XXXIII. *Icon. oss. foet.*, tav. XII, fig. 93 e 94 (uomo). — Bidloo, ultima tavola (donna).

riore, o lungo il margine anteriore, un piccolo sito incrostato di cartilagine, pel quale si adatta al secondo metatarsico; l'angolo superiore e posteriore ne offre uno più grande che si adatta al secondo cuneiforme; il rimanente riesce concavo ed ineguale. La faccia interna va fornita posteriormente e superiormente d'una faccetta coperta di cartilagini ed alquanto ineguale, per la quale entra in rapporto col quarto metatarsico; il resto è più rugoso ancora di questo dalla faccia interna. La faccia posteriore risulta quasi sempre affatto coperta di cartilagine, quadrilatera, poco concava, e diretta in dentro ed in dietro; si adatta allo scafoide. La faccia anteriore è interamente coperta di cartilagine, triangolare, alquanto concava in alto ed in basso; si adatta all'osso metatarsico di mezzo.

Alla estremità del margine inferiore, rotondo di questo osso si attacca il lungo abduttore del pollice del piede, con parte del tibiale posteriore.

5.° L'*osso cuboide (os cubiforme s. cuboideum)* (1) non è con troppa precisione nominato, giacchè la lunghezza della sua faccia interna supera quella dell'esterna. È il più grosso degli ossi del tarso dopo l'astragalo. Si trova collocato fra il calcagno lo scafoide il terzo cuneiforme il penultimo metatarsico e l'ultimo.

La faccia superiore, che appartiene al collo del piede, è rugosa ed in qualche modo quadrilatera. La posteriore che si adatta al calcagno, è coperta di cartilagine, quasi cordiforme, concava in alto, convessa nella sua estremità rivolta in basso. La faccia interna offre superiormente nel mezzo uno spazio triangolare incrostato di cartilagine, di cui la parte anteriore si adatta al terzo cuneiforme e la posteriore assai più piccola allo scafoide. Qualche volta si scorge pure nella sommità una piccolissima faccetta incrostata che tocca l'astragalo. Il rimanente riesce assai ineguale e tubercoloso. La faccia esterna è piccolissima, ed offre una concavità pel tendine del lungo peroneo. La faccia inferiore si trova divisa da una prominenza obbliqua, donde parte un forte legamento che va al calcagno in due parti, l'una anteriore profondamente forcuta pel tendine del lungo peroneo, l'altra posteriore più grande, rugosa e solcata per dare attacco a de'legamenti. La stessa linea sagliente si trova incrostata di cartilagine nel suo lato interno, dove il tendine del muscolo peroneo si ripiega immediatamente intorno all'osso. La faccia anteriore è affatto coperta di cartilagine; ha due faccette rivolte in fuori: l'interna più grande si adatta al penultimo metatarsico, e l'esterna più larga all'ultimo.

La sostanza risulta come nelle altre ossa del tarso.

Al cuboide si attaccano l'adduttore ed il corto flessore del pollice del piede, con parte del tendine del tibiale posteriore.

Nel bambino a termine quest'osso contiene già un nocciolo osseo considerevole.

II. *Ossa del metatarso (ossa metatarsi)* (2).

I cinque ossi del metatarso a cui si attaccano le dita del piede, sono situati l'uno accanto all'altro fra il tarso e le dita del piede. Tutti sono allungati più sottili nel mezzo e più grossi nelle estremità. L'estremità anteriore risulta convessa ed angolosa la posteriore.

La sostanza di tale osso è alquanto spugnosa nelle estremità, e più compatta nel mezzo.

Ciascun di essi si compone di tre pezzi nel bambino a termine.

(1) Albino, *Tab. oss.* XXXIX, fig. 33-37, tav. XXXII e XXXIII. *Icon. oss. foet.*, tav. XII, fig. 87 e 88 (uomo). — Bidloo, ultima tavola (donna).

(2) Albino, *Tab. oss.* XXX, tav. XXXII e XXXIII. *Icon. oss. foet.*, tav. XII, fig. 93-102 (uomo). — Bidloo, ultima tavola (donna).

L'*osso metatarsico del pollice del piede* è assai più grosso, ma alquanto più corto degli altri quattro.

La sua estremità posteriore che mostra quasi la forma di un fagiuolo nel suo circuito, è situata obbliquamente più rotonda sui lati liberi che non sul lato rivolto verso il secondo dito del piede, e fornita nel contorno di rugosità ed infossamenti. La faccia posteriore è quasi interamente coperta di cartilagine, un poco concava, divisa per così dire in due parti l'una superiore più grande, l'altra inferiore più piccola e adattata al primo osso cuneiforme. Al lato interno si osserva un tubercolo che serve d' inserzione al muscolo tibiale anteriore, e la sommità che appartiene alla punta del piede offre una superficie rugosa indicante l'inserzione del lungo peroneo. Talvolta si scorge ancora all'estremità posteriore e nel mezzo della parte laterale, una superficie incrostata di cartilagine, che si adatta al secondo metatarsico.

L'estremità anteriore o la testa è più rotonda, ineguale sulla sua circonferenza, coperta di cartilagine in avanti, più stretta in su, ove si adatta alla prima falange ed inferiormente ove entra in contatto cogli ossi sesamoidi, divisa da una linea sporgente in due superficie trocleiformi. Dai due lati si veggono delle scabrosità che servono di vincolo ai legamenti laterali.

Il corpo è più sottile delle estremità e più sensibilmente triangolare di quello degli altri metatarsici. La faccia superiore è convessa, l'inferiore leggermente concava, l'esterna concava essa pure, ma meno. L'orlo superiore è poco concavo, l'interno un po' più e l'inferiore maggiormente ancora.

Gli altri quattro metatarsici hanno in comune i caratteri seguenti:

La loro estremità posteriore è più forte dell'anteriore; essa offre una superficie cartilaginosa, con cui si adatta agli ossi del tarso, e delle rugosità che danno attacco ai legamenti laterali.

Il corpo quasi triangolare si assottiglia di dietro in avanti; ma prima di metter capo all'estremità anteriore, acquista a poco a poco maggior volume. Le tre facce sono in qualche modo torte. La superiore è leggermente convessa, e l'inferiore sensibilmente concava.

L'estremità anteriore o la testa è convessa ed incrostata di cartilagine in avanti, come compressa sui lati; ma il contorno della superficie articolare dove essa si adatta alla prima falange è rotondo, mentre inferiormente nel punto in cui s'inseriscono i legamenti, essa offre un'incavatura; in guisa che sembra finire in dietro con un doppio tubercolo. Questi tubercoli sono situati sulla stessa linea nel secondo metatarsico; nei tre seguenti l'esterno più voluminoso sporge maggiormente in dietro che non l'interno. Superiormente la testa è incavata immediatamente sopra la superficie articolare, e vi si osserva da ciascun lato un piccolo tubercolo con una piccola fossetta rugosa pei legamenti laterali. La superficie articolare posteriore coperta da cartilagine è situata obbliquamente, in guisa che l'intera sua lunghezza è maggiore nel lato esterno, e (tranne nel penultimo metatarsico) essa sembra avere una circonferenza triangolare.

Del resto questi ossi diminuiscono gradatamente di volume al di fuori; il secondo è il più lungo ed il quinto il più corto, il che nondimeno non sempre accade, giacchè in alcuni individui il più corto è il quarto.

Il secondo metatarsico ha anche ciò che lo distingue, cioè che esso è il più lungo e quello che più si estende in dietro, che la superficie articolare posteriore della sua estremità posteriore è leggermente concava, e si adatta al terzo cuneiforme. Questa medesima estremità posteriore porta ancora nel suo lato interno una faccetta articolare più piccola che la congiunge al gran cuneiforme, ed al suo

lato esterno altre due assai piccole, l'una superiore l'altra inferiore, quasi sempre separate da un'incavatura, talvolta pure confuse insieme, che si adattano in gran parte al terzo metatarsico ed un po' anche al terzo cuneiforme. Il lato del suo corpo che guarda il primo osso del metatarso è sensibilmente concavo in su ed in giù per l'inserzione del primo muscolo interosseo esterno del secondo dito del piede; quello che guarda il terzo metatarsico lo è meno per l'inserzione del secondo interosseo esterno di questo medesimo dito del piede.

Al terzo osso del metatarso, la superficie articolare posteriore incrostata di cartilagine è convessa in su ed in giù e concava nel mezzo; essa si adatta al terzo cuneiforme. Il lato interno dell'estremità posteriore offre due faccette articolari coperte di cartilagine, l'una superiore l'altra inferiore più piccola, che entra in rapporto col secondo osso del metatarso. Talvolta le due faccette sono riunite posteriormente. La superficie articolare incrostata dal lato esterno è leggermente concava e si adatta al penultimo metatarsico. I due lati del corpo massimamente l'interno, presentano un'incavatura per l'inserzione dei muscoli interossei. L'adduttore del pollice del piede s'attacca al tubercolo dell'estremità posteriore.

La superficie articolare dell'estremità posteriore del quarto metatarsico è quadrilatera ed ovale ed un po' elevata nel mezzo; si adatta al cuboide. L'interna delle due faccette articolari laterali è più piccola e più allungata della esterna, e la sua parte posteriore si trova in rapporto col terzo metatarsico. L'osso intero è come torto di fuori in dentro alla sua estremità anteriore.

Al suo lato interno si trova collocato il secondo muscolo interosseo interno, ed all'esterno l'ultimo interosseo esterno. L'adduttore del dito grosso del piede s'attacca al tubercolo della sua estremità posteriore.

D'altronde esso è in dietro alquanto più forte del terzo.

L'estremità posteriore del quinto osso del metatarso offre in dietro una superficie triangolare che ha la sua punta diretta in su leggermente convessa, che si adatta al cuboide; una tuberosità diretta in fuori, a cui s'inserisce il tendine del corto peroneo, e su cui poggia il piede; finalmente una superficie articolare rotonda leggermente concava che entra in contatto col penultimo osso del metatarso. Il corpo è leggermente convesso in su, concavo in giù; e vi si osservano delle rugosità che danno attacco al corto flessore del dito mignolo del piede. È incavato nel lato esterno. Immediatamente dietro la sua estremità anteriore si trova situato il muscolo trasverso delle dita del piede. D'altronde questo è il meno triangolare degli ossi metatarsici; sembra essere stato schiacciato dall'alto in basso.

III. *Falangi delle dita del piede (phalanges digitorum pedis).*

Il dito grosso non ha che due falangi. Gli altri ne hanno ciascuno tre, una posteriore, una media ed una anteriore. Al dito grosso manca la media. Le falangi di quest'ultimo sono le più grosse e le più lunghe; quelle delle dita seguenti diventano successivamente più piccole e più corte.

La sostanza di queste ossa è più compatta nel mezzo che non nelle estremità.

1.° Le *prime falangi delle dita del piede (phalanx prima s. posterior)* (1) sono più grosse all'estremità posteriore che all'anteriore. Una superficie articolare concava, incrostata di cartilagine ed avente la forma di un triangolo rotondo le unisce alla gran superficie articolare della testa degli ossi metatarsici. D'altronde l'estremità posteriore ha il suo contorno rugosissimo, il che deriva dall'attacco dei legamenti articolari; vi si osservano pure due piccoli tubercoli. La prima falange

(1) Albino, *Tab. oss.* XXXI, tav. XXXII e XXXIII. *Icon. oss. foet.*, tav. XII (uomo). — Bidloo, ultima tavola (donna).

del dito grosso dà attacco all'abduttore che si fissa al tubercolo interno, il quale è il più grosso; alle prime falangi delle tre dita medie s'inseriscono i musculi interossei; finalmente a quella del dito mignolo, il corto flessore proprio e l'abduttore di questo dito. Il corpo è rotondo verso su, più piatto in giù, leggermente concavo da dietro in avanti; più largo indietro che in qualunque altra parte, tosto si restringe, poi partendo dal centro torna ad essere più largo e si confonde coll'estremità anteriore. L'estremità anteriore o la testa ha una superficie articolare, incavata a guisa di carrucola ed incrostata di cartilagine, il cui contorno è rotondo superiormente, incavato in giù, e si articola al dito grosso colla falange ungueale, alle altre quattro dita colla falange media. Dei due sporgimenti ai quali dà origine l'incavatura, il più notabile è l'esterno sul dito grosso e l'interno sugli altri. D'altronde l'estremità anteriore ha il suo contorno rugoso, e vi si osservano da ciascun lato alcuni tubercoli per l'attacco dei legamenti laterali. La prima falange del dito grosso differisce d'altronde da quelle delle quattro dita seguenti, in quanto essa non è sì sottile quando si rapporti il volume del suo corpo a quello delle sue estremità, in quanto essa ha una testa meno rotonda, si solleva talvolta in su sotto la forma di piccolo tubercolo, la sua faccia articolare posteriore è meno rotonda, essa stessa non diminuisce sì rapidamente di dietro in avanti, è meno concava in sotto, e la superficie articolare anteriore occupa il lato interno, mentre nelle prime falangi del terzo del quarto e massimamente del quinto essa guarda infuori. Inoltre la faccia inferiore è liscia, mentre sulle altre dita del piede si scopre da ciascun lato una linea scabra a cui s'inseriscono le guaine dei flessori delle dita del piede.

Nel bambino a termine le prime falangi si compongono di tre pezzi, le estremità che sono cartilaginose ed il corpo che è osseo.

2.° *Le seconde falangi o falangine, delle dita del piede (phalanx media)* (1) sono più corte delle prime, e spesso anche meno lunghe delle terze; il che non accade tuttavia nei piedi di bella conformazione. Il loro volume diminuisce di dentro in fuori come quello delle dita. Quella del secondo dito è la più lunga, quella del terzo più corta, quella del quarto più corta ancora, quella del quinto la più corta di tutte; questa come pure le due precedenti, sembrano talvolta più larghe che lunghe. L'estremità posteriore è scabra nel suo contorno, e concava nella sua faccia inferiore; vi si osservano superiormente due piccoli tubercoli per l'attacco delle linguette del tendine fesso del corto flessore delle dita; un elevamento per quello di una parte del tendine del lungo estensore delle dita del piede; e delle rugosità per quella dei legamenti che attaccano la falange media alla posteriore. Indietro si vede una superficie articolare, incrostata di cartilagine, separata in due da una linea sporgente e che si adatta alla faccia articolare trocleiforme della falange posteriore. Il corpo è più largo comparativamente a quello delle falangi posteriori; ma somiglia a quest'ultimo per la forma: dapprima più largo dopo si restringe, poscia si allarga di nuovo: del resto è convesso nella sua parte superiore e leggermente concavo nell'inferiore. L'estremità anteriore è più piccola della posteriore; ha una superficie articolare incrostata di cartilagine ed incavata a guisa di carrucola che s'adatta alla falange ungueale. Da ciascun lato si scorge una rugosità da cui partono i legamenti laterali che giungono a quest'ultima.

La sostanza di queste ossa è spugnosa nelle estremità, più solida nel mezzo.

Nel bambino a termine le falangi medie delle tre dita intermedie sono cartilaginose nelle due estremità ed ossee nel mezzo. Quella del dito mignolo del piede è interamente cartilaginosa.

(1) Albino, *Tab. oss.* XXXI, XXXII, XXXIII. *Icon. oss. foet.* tav. XII.

3.° Le *terze falangi, falangi ungueali*, o *falangette delle dita del piede (phalanx anterior)* (1) vanno diminuendo di volume dal dito grosso fino al mignolo. Esse hanno in comune i caratteri seguenti:

Talvolta quella del quarto dito è tanto lunga quanto la falange media su cui si articola, ed anche quella del quinto offre maggiore lunghezza. Assai spesso quest'ultima è saldata di buonissima ora colla falangina, probabilmente per l'influenza della calzatura.

L'estremità posteriore è la parte più larga; la sua larghezza oltrepassa talvolta quella dell'estremità della falange con cui si articola; essa è come rovesciata al suo circuito e scabra massime inferiormente. Una piccola elevazione superiore di questa circonferenza rugosa dà attacco al tendine del corto estensore delle dita del piede (eccettuando il mignolo). Posteriormente si osserva una superficie articolare coperta di cartilagine, ora semplicemente rotonda, ora divisa in due da uno sporgimento appena sensibile che si adatta pel dito grosso alla faccia trocleiforme della falange posteriore, per gli altri quattro a quelle delle falangi medie. I tubercoli situati sui lati danno attacco ai legamenti laterali.

Il corpo si restringe rapidamente, massime sui lati; la sua faccia superiore è liscia e rotonda; l'inferiore rugosa e piatta; quantunque un po' concava sul dito grosso. Il corpo termina con un bottoncino rugosissimo e sparso di fori in sotto; è munito superiormente di un orlo tagliuzzato ed in qualche guisa rovesciato.

La falange anteriore del dito grosso differisce da quella degli altri, indipendentemente dal suo volume, perchè il tendine del lungo estensore si affigge alla sua elevazione inferiore che è rugosissima, e perchè il compartimento interno della sua superficie articolare è maggiore dell'esterno.

La sostanza è un poco spugnosa in dietro, più compatta nel rimanente dell'estensione.

Nel bambino a termine le falangi ungueali si compongono di due pezzi, la estremità posteriore che è cartilaginosa, ed il rimanente che è ossificato.

IV. *Ossi sesamoidi delle dita del piede.*

Gli *ossi sesamoidi delle dita del piede (ossa sesamoidea)* (2) sono ordinariamente tre (3), tutti appartenenti al dito grosso, cioè due all'articolazione metacarpo-falangica, ed uno più piccolo a quella della prima falange colla ungueale.

I due posteriori interno ed esterno sono semi-ovali, convessi al di sotto, coperti di cartilagine al di sopra, ove s'adattano all'estremità anteriore trocleiforme dell'osso metacarpico. Come la rotella è attaccata al tibia, così essi lo sono alla prima falange, in guisa che i tendini dei muscoli che piegano questa ultima si attaccano, quelli del corto flessore ad entrambi, e quello dell'adduttore del dito grosso all'esterno. I muscoli sono in tal guisa garentiti durante la stazione da ogni compressione e da ogni sfregamento alla testa dell'osso metatarsico. Questi ossi sesamoidi non sono il risultato di un'ossificazione del tendine, giacchè in generale i tendini si ossificano assai di rado; sono vere ossa che nascono da una cartilagine.

Nel bambino a termine essi esistono già sotto la forma di cartilagine; ma solo dopo qualche anno si giunge a distinguerli esattamente dalla sostanza del tendine.

Il terzo sesamoide o l'anteriore, è riposto nel tendine del lungo flessore del dito grosso, precisamente sull'articolazione della falange ungueale colla prima. Esso

(1) Albino, *Tab. oss.* XXXI, XXXII, XXXIII. *Icon. oss. foet.* tav. XII.
(2) Albino, tav. XXXI (i due posteriori).
(3) (*Icon. anat.* fasc. V, p. 49, nota 35) parla di un quarto osso sesamoide al dito mignolo del piede.

è assai più piccolo che non ciascuno dei due precedenti, convesso al di sotto, coperto di cartilagine al di sopra, e diviso per così dire da uno sporgimento trasversale in due faccette, l'una anteriore l'altra posteriore più grande, che entrambe si muovono sulle due faccette cartilaginose di quest'articolazione. Raramente esso manca.

ARTICOLO VII.

Articolazioni delle ossa del membro inferiore

Ciascuno dei due membri inferiori si compone di trentatrè ossa (1), due delle quali (il femore e la tibia) sono articolate a cerniera, in guisa che rappresentano una colonna sostenuta da un piede largo, alla formazione del quale concorrono ventinove ossa. Questa colonna su cui gravita tutto il peso del corpo, può inclinarsi in avanti in dietro e lateralmente sull'astragalo, ed anche sollevarsi quando la pianta del piede è distesa. Nell'uomo le due colonne non si avvicinano l'una all'altra che fino al ginocchio, sotto il quale sono perpendicolari e parallele; nella donna, invece convergono fino al piede. Mediante le cavità cotiloidi esse sopportano il rimanente del corpo.

La rotella attaccata alla tibia impedisce all'articolazione di piegarsi in avanti ed il peroneo che è applicato quasi immobilmente alla parte superiore ed alla parte inferiore della tibia, contribuisce ancora a solidificare maggiormente la colonna dal lato interno presso al piede.

Considerate nel loro complesso le due colonne sono un po' arcuate in fuori, perchè il femore si curva leggermente in questa direzione verso la sua parte inferiore, e l'estremità superiore della tibia non offre in fuori un'altezza compensatrice della maggiore brevità del condilo esterno del femore, finalmente perchè la tibia medesima si curva in fuori alla sua parte superiore. Verso la sommità la colonna è abbastanza sottile e semplice, poi si restringe e si addoppia, poscia riprende maggior volume in vicinanza del piede. Il femore è leggermente arcuato in avanti, anche leggermente concavo in dietro, in guisa che il membro inferiore forma un arco quando il piede si porta innanzi nel camminare. Questa lieve curvatura del femore è vantaggiosa eziandio quando si sta seduto, quando la flessione del ginocchio è stata portata quant'oltre è possibile; essa procura luogo alla tibia. L'estremità inferiore del femore guarda egualmente un po' infuori onde meglio sedere durante la posizione sulla tibia che è diritta. La tibia poteva essere più sottile del femore, benchè porti più di esso, appunto perchè descrive una linea retta ed il peroneo gli fornisce un appoggio. La lunghezza del piede sorpassa la sua larghezza, e si estende di dietro in avanti. Il piede è collocato sotto la gamba in tal guisa che la sua parte posteriore (il tallone) fa poco sporgimento, mentre l'anteriore ne forma uno notabile: quindi avviene che non si traballa nè in dietro nè in avanti, e benchè in generale sia più facile cadere in avanti che non in dietro, l'effetto avviene poco di frequente, perchè lo sporgimento anteriore del piede sorpassa il posteriore, il piede è più largo in avanti e le dita allontanandosi l'un dall'altro, gli permettono di cadere maggiormente. La posizione diventa più sicura quando si recano leggermente i piedi infuori.

(1) ALBINO, *Tab. scelcti*, I, II, III, XXXII, XXXIII, XXXIV, ed *Hist. musc.* tav. X, fig. 23.

Il piede comincia da una parte grossa al tallone, acquista ancor maggior volume per l'apposizione dell'astragalo, e poscia si assottiglia a poco a poco fin verso la cima delle dita; tuttavia è assai più grosso nel lato interno. Stretto in dietro s'allarga a poco a poco, poi si restringe leggermente lungo le dita, delle quali le due più piccole s'inclinano sugli altri.

Nel lato interno dal calcagno fino alle dita, il piede è concavo per far luogo a muscoli a vasi a nervi, e non tocca il suolo. Il suo dorso è non solo convesso dal di dentro in fuori, e declinato in quest'ultima direzione in guisa che poggia lungo il lato interno, ma ancora concavo di dietro in avanti per di sotto. In generale tutto il lato esterno è più debole.

La pianta del piede è inegualissima, e come abbiamo detto, concava di dentro in fuori, tanto nella direzione della lunghezza quanto nella direzione traversale. Si poggia su tre punti, cioè in dietro sul tallone; in fuori sull'estremità posteriore del quinto osso del metatarso; ed innanzi sulle estremità anteriori di tutti i metatarsici.

I sette ossi del tarso formano due file. La posteriore comprende il calcagno e l'astragalo; l'anteriore gli altri cinque. Nel mezzo sul calcagno poggia l'astragalo, la testa del quale guarda direttamente in avanti. L'estremità anteriore del calcagno che si dirige obbliquamente in fuori ha rimpetto a sè il cuboide. Innanzi all'astragalo si trova lo scafoide situato traversalmente, e innanzi a quest'ultimo i tre cuneiformi. L'orlo anteriore che costituiscono insieme i cuneiformi ed il cuboide, è rivolto obbliquamente in dietro. Il terzo cuneiforme è collocato più in dietro. L'osso metatarsico del dito grosso si addossa al primo cuneiforme, quello del secondo dito al secondo, quello del terzo al terzo, quello del quarto e del quinto al cuboide. La congiunzione dei cuneiformi coll'astragalo avviene mediante lo scafoide che è semplice, più comodamente che se queste quattro ossa entrassero immediatamente in contatto l'uno coll'altro. Il cuboide per la sua semplicità procura maggiore stabilità alla parte situata immediatamente innanzi a sè, perchè sopra di esso poggia il piede in avanti. Gli ossi del tarso sono d'altronde assai stretti l'uno contro l'altro; i metacarpici si allontanano a poco a poco, e finalmente le dita sono perfettamente distinte.

Il metatarso compreso fra il tarso e le dita, si compone di cinque ossi collocati l'uno presso l'altro, dei quali quello che appartiene al dito grosso si distingue per le notabili sue dimensioni. Benchè il secondo sia chiuso posteriormente tra gli ossi del tarso, è quello nondimeno che sporge maggiormente in avanti. D'altronde quello che appartiene al dito grosso è il più posteriore. In dietro gli ossi metatarsici sono stretti e contigui; in avanti si allontanano alquanto; quello del dito grosso massimamente si discosta dal secondo; il quinto non si allontana dal quarto, e gli altri meno ancora l'uno dall'altro; per altro l'intervallo fra essi è maggiore che in qualunque altra parte del mezzo poichè colà pure sono stretti.

Il dito grosso si compone di due articoli più grossi e più lunghi; le altre dita hanno tre falangi più sottili e più corte. Le falangi del terzo dito sono più deboli e più corte che non quelle del secondo: quelle del quarto lo sono ancor maggiormente: le più deboli e le più corte sono quelle del quinto. Il secondo dito oltrepassa gli altri, anche il grosso, nei piedi ben conformati, in quelli di donna massimamente. Gli articoli delle dita formano insieme tre archi piegati in avanti, che si ravvicinano al lato esterno. Il primo arco o il posteriore ed il medio sono comuni a tutte le dita; il terzo non appartiene che alle quattro esterne.

Il metatarso che è largo e composto di ossi lunghi collocati l'uno presso all'altro, fornisce al piede un appoggio solido e sicuro, perchè nel camminare questi

ossi si allontanano alquanto l'uno dall'altro, massimamente in avanti e vi rendono il piede sensibilmente più largo. Il pollice è il più grosso, perchè sopra di esso e sul calcagno noi ci riposiamo e ci appoggiamo principalmente. La regione della sua prima articolazione sotto la quale sono situati gli ossi sesamoidi, forma un cercine al di sotto.

L'articolazione del ginocchio fa sì che per esempio nel camminare, dopo aver alzata la coscia, la gamba penda e cada rettilineamente sul suolo, dopo che l'altra gamba può essere portata sicuramente innanzi senza urtare il suolo; da tale disposizione risulta maggiore comodità tanto per sedere quanto per salire.

La rotella si solleva quando si sta in piedi, e si abbassa invece allorchè si piega il ginocchio. Essa è dunque durante l'estensione della gamba situata più su, e nella flessione del membro riposta più giù nella incavatura in forma di carrucola che esiste fra i due condili del femore: pertanto nello stato di riposo degli estensori della gamba riesce massimamente facile farla scorrere a destra ed a sinistra. Siccome essa non si attiene alla tibia che mollemente, non oppone ostacolo nè all'estensione, nè alla flessione, nè alla torsione dell'articolazione del ginocchio, ultimo movimento che essa impedirebbe se fosse un'apofisi della tibia. Per suo mezzo i tendini dei muscoli estensori della gamba giungono più comodamente a quest'ultimo osso che non farebbero mancando quella, poichè essa rende più aperto l'angolo sotto il quale avviene la loro inserzione.

Quando la gamba è tesa il piede si volge più facilmente in fuori, per la rotazione del femore nella cavità cotiloide. Questo risultato si ottiene meno facilmente quando si piega la gamba, ma allora la tibia sembra torcersi alquanto sul suo asse, l'azione del muscolo popliteo riportando un po' indietro la metà interna della sua superficie articolare superiore, come nel camminare, nella posizione del sedere.

Il calcagno e l'astragalo possono muoversi obbliquamente di lato l'uno sull'altro, e siccome il piede è composto di più pezzi e per conseguenza si adatta alquanto alla configurazione del suolo, la stazione ed il camminare diventano quindi più sicuri. Il volume di questi due ossi fa sì che essi portano più comodamente la colonna, e dall'essere il loro numero ridotto a due risulta che il sostegno ha maggiore solidità e stabilità.

Il piede può anche volgersi sotto la tibia, cioè non solo estendersi e piegarsi ma anche recarsi un poco a destra ed a sinistra, ma più dal lato interno che dall'altro. Quest'attitudine lo rende più atto ad abbracciare i corpi come nell'azione dell'arrampicarsi. Se il movimento in fuori fosse tanto facile quanto quello in dentro, si correrebbe rischio che il piede si voltasse. Il peso del corpo contribuisce evidentemente nella stazione ad allontanare alquanto l'uno dall'altro gli ossi del piede, che si rende perciò più largo e più lungo.

I cinque ossi del metatarso, benchè abbastanza solidamente uniti insieme, lo sono tuttavia un poco meno che non il cuboide allo scafoide. Il metatarsico del dito grosso è quello che si attiene maggiormente al tarso; gli altri quattro sono successivamente sempre meno ritenuti. La mobilità di questi ossi l'uno sull'altro è debole in dietro, molto maggiore in avanti.

Siccome le piccole superficie articolari delle falangi si muovono sulle teste anteriori degli ossi metacarpici assai più grosse, le dita possono muoversi a cerchio da tutt' i lati, ma principalmente in su ed in giù. Possono dunque essere raddrizzate più ancora piegate ed anche allontanate l'un dall'altro. Le altre due articolazioni sono più a cerniera, per conseguenza meno libere; in guisa che non permettono se non movimenti di flessione e di estensione. Per avere maggior forza il dito grosso non possiede che due falangi; si porta meno anche degli altri in den-

tro, e la lunghezza più notabile in giù della sua faccia articolare fa sì che esso si pieghi più che non si raddrizzi.

Il corpo può voltarsi e muoversi da ogni parte tanto sopra un solo membro inferiore quanto su entrambi ad un tempo. I membri inferiori possono egualmente eseguire gli stessi movimenti sul tronco, in guisa che abbiamo la facoltà di camminare in avanti, in dietro,e di lato. Per altro il movimento ha maggior forza in avanti.

Tra i mammiferi l'uomo il solo atto a stare in piedi, pare anche il solo che possa camminare sui suoi membri inferiori; quindi ha un tallone più sporgente in dietro. D'altronde egli avea bisogno in proporzione di una base di sostegno più larga di quella dei mammiferi, i quali si appoggiano su quattro membri. È raro che camminiamo sulle sole dita, il che avviene per esempio quando ascendiamo una rapida costa.

ARTICOLO VIII.

Comparazione fra gli ossi dei membri inferiori e quelli dei membri superiori (1).

Il femore può essere paragonato all'omero: ha però assai minore mobilità. La sua parte superiore è curvata ad angolo. I trocanteri non sono paragonabili alle tuberosità dell'omero; si potrebbe piuttosto mettere la superficie su cui quest'ultimo si articola col radio in parallelo coi condili del femore. La tibia ed il peroneo sono paragonabili al cubito ed al radio; infatti essi si connettono alle loro estremità, e fra essi trovasi tesa una membrana fibrosa. La rotella rappresenta l'olecrano. Il moto di cerniera del ginocchio si eseguisce d'avanti in dietro, e quello del gomito di dietro in avanti. Vi hanno però dischi cartilaginosi e legamenti incrociati nell'articolazione femoro-tibiale.

Il piede ha senza dubbio la maggiore analogia colla mano sotto il rapporto della sua parte media e delle sue dita; ma il dito grosso è proporzionatamente agli altri assai più grosso del pollice, ed assai meno lontano. Il suo osso metatarsico è il più corto ed il più mobile, ed ha tuttavia assai minore mobilità che il metacarpico del pollice. Il dito piccolo del piede è pure come il dito mignolo della mano più mobile degli altri. Le falangi delle dita del piede e quelle delle dita della mano si rassomigliano riguardo al numero ed alla disposizione delle loro articolazioni, se non che le prime sono assai più corte: soltanto le dita del piede sono più facili a muoversi verso il dorso del piede che non le dita della mano verso quello della stessa.

Ma il tarso differisce dal carpo per ogni riguardo, per il numero, il volume, la forma e la situazione od il collocamento; l'astragalo solo può essere paragonato allo scafoide della mano, e due dei cuneiformi al trapezio ed al trapezoide.

Tale analogia spiega la destrezza che alcuni nati senza braccia potettero acquistare esercitando i loro piedi, coi quali si videro che giungevano perfino a raccogliere gli aghi più sottili. Ma le differenze sono tuttavia sì notabili che non erano se non poche le azioni che quegli avessero potuto compiere in tal guisa colla stessa facilità e colla stessa perfezione che mediante la mano.

Il membro inferiore differisce dal superiore riguardo alle ossa pei punti seguenti:

1.° Non vi si trova nulla di analogo alla clavicola ed all'omoplata: tuttavia la

(1) Falguerolles, *Diss. de extremitatum analogia*—Erlangue, 1785, in 4.

porzione pubica dell'osso innominato potrebbe paragonarsi alla clavicola, e la porzione iliaca all'omoplata (1).

2.° La rotella è mobile e non l'olecrano.

3.° L'estremità inferiore del tibia costituisce la parte principale dell'articolazione del piede, mentre nella mano il radio o l'analogo del peroneo è quello che adempie tale ufficio.

4.° Il peroneo non giunge sino al femore; non può girare sopra sè stesso, ed è più sottile della tibia.

5.° Il membro inferiore è più forte e più lungo del superiore. La sua lunghezza comprende presso a poco sette tredicesimi di quella del corpo intero.

6.° Il piede forma un angolo notabile colla gamba nello stato di riposo, mentre la mano si trova distesa rettilineamente sull'antibraccio.

7.° Il tarso è la parte più lunga del piede, mentre il carpo è la più corta della mano; il metatarso è più corto; il metacarpo più lungo; le dita dei piedi sono la parte più corta, le dita della mano la più lunga. Vi è dunque una differenza totale di forma.

8.° Gli ossi del metatarso sono proporzionatamente più deboli di quelli del metacarpo.

(1) Gli uni e gli altri formano insieme una cintura che attacca al tronco i membri superiori ed i membri inferiori.

LIBRO SECONDO

SINDESMOLOGIA

Nell'anatomia descrittiva si comprendono sotto il nome di *legamenti (ligamenta)* (1) diversi tessuti che differiscono istologicamente gli uni dagli altri. Propriamente parlando questa denominazione vi è adoperata per indicare tutto ciò che serve ad unire insieme due ossi.

I legamenti che formano l'oggetto della sindesmologia appartengono al tessuto fibroso al tessuto tendinoso ed al tessuto elastico; onde presentano differenze notabili nella loro struttura e nelle loro proprietà vitali.

Ma in generale sono parti bianche, lucenti, flessibili, composte di fibre intrecciate che si portano da uno ad altro osso, e si uniscono solidamente al periostio. Talvolta sono unicamente giallastri e dotati di grand'elasticità, come avviene ai legamenti gialli della colonna vertebrale.

I *legamenti capsulari*, o *capsule sinoviali (membranae s. capsulae sinoviales)* hanno una struttura particolare. Sono sacchi chiusi, rugosi al di fuori, lisci al di dentro, che rivestono compiutamente le estremità delle ossa coperte di cartilagine. Dalla loro faccia interna si segrega un liquido chiaro, albuminoso che si chiama *sinovia (synovia)*, e serve a lubrificare le estremità articolari.

Gli altri legamenti possono indicarsi sotto il nome di *legamenti accessorii (ligamenta accessoria)*. Essi fortificano esteriormente le capsule sinoviali, e si estendono assai di frequente sopra parti più o meno notabili di uno ed anche di più ossi.

Frequentemente anche le articolazioni racchiudono nel loro interno delle *cartilagini legamentose* o *interarticulari (cartilagines ligamentosae s. inter-articulares)*, che sono unite con esse in varie guise.

CAPITOLO PRIMO

LEGAMENTI DELLA MASCELLA INFERIORE.

L'articolazione della mascella inferiore col cranio, o *temporo-mascellare*, è un'artrodia; il che si dimostra dalla forma del condilo e della cavità che lo riceve. Vi si distinguono le parti seguenti:

(1) Weitbrecht, *Syndesmologia sive Historia ligamentorum corporis humani*, Pietroburgo, 1742, in-4, con 26 tavole (opera eccellente). — F.-H. Loschge, *Die*

1.° *Cartilagine articolare e capsula sinoviale* (1). Fra il condilo della mascella e la cavità glenoide si trova un disco cartilaginoso *(cartilago intermedia s. meniscoidea, operculum cartilagineum)*, dagli orli del quale una capsula articolare si porta verso l'alto ed un'altra verso giù sulla testa della mascella. La cartilagine intermedia è sottilissima nel mezzo e più grossa all'innanzi, ma principalmente al di dietro: le capsule sono sottili ed estensibili (2).

2.° La *membrana fibrosa* dell'*articolazione temporo-mascellare (membrana maxillae articularis)* (3). Essa si compone di fibre, delle quali le esterne vengono dal condilo, le posteriori dalla cavità glenoide. Queste fibre fortificano la capsula e giungono al collo del condilo. Mancano in avanti.

3.° Il *legamento laterale interno della mascella inferiore*, o *legamento sfeno-mascellare (ligamentum maxillae laterale)* (4) sottile e più lungo che largo, discende dalla parte laterale della cavità glenoide o dalla spina sfenoidale nel lato interno della mascella, alla rugosità situata sul principio del canale dentario. Fra esso e la mascella trovasi, per lo sporgimento del condilo in avanti, uno spazio che racchiude de' vasi e nervi.

Dalla disposizione delle superficie articolari della mascella inferiore, dal modo con cui quest'ultima si articola colla mascella superiore e coi legamenti che circondano l'articolazione, si riconosce che questa merita bene il nome di artrodia, benchè sia più limitata nei suoi movimenti che non è quella del braccio. È facile convincersi che la mascella inferiore può muoversi innanzi, indietro, a destra ed a sinistra. Nello stato di riposo il condilo è ritenuto nella cavità glenoide, e tale è la situazione degli archi dentali ordinariamente, che la fila superiore oltrepassa alquanto l'inferiore. Nel più semplice movimento della mascella, quello d'abbassamento o di elevazione, esso opera a guisa di una leva: i due condili scorrono innanzi sotto l'eminenza situata di rimpetto alla cavità glenoide quando la mascella si abbassa, e rientrano nella cavità allorchè la mascella si solleva. La mascella inferiore rappresenta qui adunque una doppia leva, avente il suo punto d'appoggio sull'osso temporale. La sua facilità di muoversi diventa massimamente manifesta nella protrazione della mascella inferiore: l'orlo degl'incisivi inferiori può anche allora essere portato tre o quattro linee innanzi a quello degl'inferiori, mentre il condilo scorre sotto la radice trasversa dell'apofisi zigomatica. Il movimento laterale è più limitato meno dai legamenti laterali che dai potenti muscoli pterigoidei, masseteri e temporali. La retrazione è il movimento meno esteso per la parete anteriore del condotto auditorio. La rapida successione di tutti questi movimenti produce quello di rotazione o di sfregamento che usiamo massimamente masticando, e nel quale i condili della mascella descrivono alcuni cerchi sulla superficie articolare del temporale.

Knochen des menschlichen Koerpers und ihre vorzueglichsten Baender, Erlangue, seconda ediz. 1804, in-fol. (le figure sorpassano in chiarezza quelle di Weitbrecht).— L.-M.-A. e F. Caldani, *Icones anatomicae*, Venezia, 1801-1804, 4 vol. in-fol. ed *Explicatio*, Venezia, 1802-1804, 5 vol. in-fol. (le tavole 41 a 51 racchiudono i legamenti). — M.-J. Weber, *Anatomischer Atlans*, Dusseldorf, 1838. — Langenbeck, *Icones anatomicae. Osteologiae et Syndesmologiae tabulae* XVII, Gottinga 1839, in-fol. (Le figure dei legamenti esattissime, e la maggior parte di grandezza naturale sono le migliori che possediamo).

(1) Weitbrecht, tav. VIII, fig. 32. — Langenbeck, tav. VII fig. 30.

(2) Hyrtl pubblicò (*Medicinische Jarhbuecher*, t. XVII, fasc. 1, 1838) alcune considerazioni generali sugli usi delle cartilagini interarticolari.

(3) Weitbrecht, tav. VII, fig. 32, *h*. — Langenbeck, tav. VII, fig. 31.

(4) Ivi, tav. VIII, fig. 32, *i*. — Ivi, tav. VII, fig. 32.

È interessante studiare quest'articolazione nei mammiferi, nei quali presenta notabili differenze. Così, per esempio, nei rosicanti è disposta precisamente in direzione inversa a quella in cui si vede nell'uomo; là il condilo è allungato d'avanti in dietro, ed il movimento in questo verso ha molta estensione. Il contrario avviene nei veri carnivori; così nel gatto il condilo del quale strettissimo d'avanti in dietro, è assai lungo di dentro in fuori, e sì bene abbracciato dalla cavità glenoide, la quale ha la forma di un ferro da cavallo, che qui l'articolazione non è più un'artrodia, ma un ginglimo, non potendo la mascella che sollevarsi ed abbassarsi. Nei ruminanti il condilo di forma schiacciata è circondato da larga capsula, e la superficie articolare del temporale è sì piana che sono possibili i movimenti per ogni verso, con assai maggior libertà ancora che non nell'uomo. Si vede essere tali disposizioni adattate al genere di vita e di nutrimento di ciascun animale. Nei rosicanti i denti incisivi servono a limare, ed hanno bisogno di potere scorrere d'avanti in dietro e da dietro in avanti: nei carnivori si richiede molta forza per abboccare e sbranare la preda, mentre nei ruminanti il movimento trituratorio dei molari deve avere campo libero in ogni direzione. La mascella inferiore dell'uomo tiene il mezzo fra questi estremi per la conformazione, e fornisce una prova di più in favore dell'opinione la quale stabilisce che l'uomo fu destinato dalla natura a cibarsi di molti e varii alimenti tratti dal regno animale e dal regno vegetale.

CAPITOLO II.

LEGAMENTI CHE ATTACCANO LA TESTA AL RACHIDE.

1.° *Legamenti fra l'occipitale e l'atlante, legamenti condilo-atloidei (ligamentum articulationum capitis cum atlante)* (1).

Questi legamenti sono due, uno in ciascun lato. Ciascuno di essi forma un anello membranoso intorno al condilo dell'occipitale e la superficie articolare dell'atlante che l'abbraccia: quindi è più largo innanzi ed indietro, ove ha un maggior vuoto da riempiere, e più stretto sui lati. È sottilissimo in avanti e fortissimo nel lato esterno, ove si allontana anche alquanto dalla superficie articolare incrostata dall'atlante.

2.° *Legamento occipito-atloideo anteriore (membrana annuli s. arcus anterioris atlantis* (2).

Questo legamento teso fra l'orlo anteriore del gran foro occipitale e l'orlo superiore dell'arco anteriore dell'atlante, si compone di diverse faccette delle quali le più forti formate di fibre dritte sono situate sulla linea mediana, mentre sui lati si scorgono solo alcune fibre obblique, alle quali viene a congiungersi una fascia larga e sottile, il *legamento occipito-atloideo laterale* che nasce dall'apofisi trasversa. Questo legamento serve principalmente all'inserzione del gran retto anteriore della testa, del retto laterale e dell'intertrasversale anteriore.

3.° *Legamento occipito-atloideo posteriore (ligamentum vertebrae primae proprium, membrana annuli posterioris, ligamentum obturans atlantis posticum)* (3).

(1) Weitbrecht, tav. VII, fig. 33, *c.* — *Ligamentum articulare superius* di Mauchart (*Diss. capitis articulatio cum prima et secunda colli vertebra*, Tubinga, 1747, ed in Haller, *Select.* t. VI, p. 337).

(2) Weitbrecht, tav. IX, fig. 33 (*ligamentum obturans anticum atlantis occipitale*). — Langenbeck, tav. X fig. 19, 1.

(3) Weitbrecht, tav. IX, fig. 33, *m.* — Langenbeck, tav. X fig. 19. 7.

Situato fra l'orlo posteriore del foro occipitale e l'orlo superiore dell'arco posteriore dell'atlante, questo legamento è più sottile e meno teso del precedente. Unisce insieme l'occipitale e l'atlante.

4.° *Apparato legamentoso fra la testa e le vertebre del collo* o *legamenti occipito-assoidei (apparatus vertebrarum colli ligamentosus)* (1).

Fibre forti grosse e tese che guerniscono l'interno del principio del canale vertebrale nel collo, e vengono alcune dalla regione superiore all'orlo del foro occipitale, altre dall'orlo stesso di questo foro, coprono non solo l'apofisi odontoide della seconda vertebra cervicale, ma anche riempiono il vuoto esistente sopra i suoi lati (2), in guisa da rendere il tutto piano e liscio. Tuttavia esse perdonsi a poco a poco verso il mezzo della terza e della quarta vertebra cervicale. Quest'apparecchio legamentoso serve principalmente a limitare l'inclinazione del capo in avanti.

5.° *Legamenti odontoidei laterali ligamenta vertebrae colli secundae lateralia s. alaria* (3).

Da ciascun lato dell'apofisi odontoide fino alla sua sommità si estende un legamento, dapprima largo e fortissimo che poi termina in punta e s'inserisce a destra ed a sinistra nell'infossamento scavato all'orlo interno del condilo dell'occipitale. Le sue fibre inferiori sono più lunghe ed obblique dal basso in alto; le superiori, talvolta separate dalle inferiori, sono più corti e quasi orizzontali. Oltrechè questi legamenti attaccano la testa all'apofisi odontoide, limitano anche la sua torsione su questa apofisi; per conseguenza quello del lato destro impedisce alla faccia di portarsi di soverchio a sinistra, e quello del lato sinistro impedisce che si porti troppo a destra.

6.° *Membrana laterale legamentosa fra l'occipitale e l'assoide (membrana lateralis ligamentosa vertebrae colli secundae)* (4).

Si vede ancora nascere dalla base dell'apofisi odontoide al di fuori, una membrana sottile, che sale da ogni lato verso l'occipitale.

7.° *Legamento odontoideo medio (ligamentum dentis suspensorium s. rectum medium)* (5).

Questo legamento viene dall'orlo anteriore del gran foro occipitale, e si attacca all'apofisi odontoide immediatamente sopra la sua faccetta articolare anteriore, punto in cui forma corpo coi legamenti laterali.

CAPITOLO III.

LEGAMENTI DELLA COLONNA VERTEBRALE.

1.° *Legamento trasverso* od *anellare dell'atlante (ligamentum transversale atlantis)* (6).

(1) Weitbrecht, tav. XI, fig. 38, *c*. — Langenbeck, tav. X, fig. 20, 2.
(2) Mauchart chiama questa parte del legamento *ligamentum vaginale dentis*.
(3) Weitbercht, tav. IX, fig. 34, *g*, *h* (figura inesatta).— Langenbeck, tav. XI, fig. 1, 10; 2, 7.
(4) Weitbrecht, tav. IX fig. 34 *c*.
(5) Langenbeck, tav. XI, fig. 2, 9 (figura esattissima). — Weitbrecht nega a torto l'esistenza di questo legamento.
(6) Weitbrecht, tav. IX, fig. 35, 36. — Langenbeck, tav. XI, fig. 1.— Questo legamento, preso colla sua appendice superiore e coll'inferiore, riceve il nome di *ligamentum cruciforme*.

Si estende trasversalmente da una massa laterale dell'atlante all'altra, ed abbraccia esattamente il collo dell'apofisi odontoide. Grosso, forte, solido, elastico nel mezzo, diminuisce di larghezza verso le due estremità. Vi si osservano due appendici, l'una superiore l'altra inferiore. L'appendice superiore (1) viene dall'orlo superiore del legamento trasverso; è grossa, forte e solida. Senza toccare l'apofisi odontoide sale rettilineamente verso l'occipitale, a cui si attacca internamente ad una linea sopra l'orlo del gran foro occipitale. L'appendice inferiore viene dall'orlo inferiore del legamento trasverso; si compone di fibre longitudinali, copre l'apofisi odontoide in dietro, e termina al corpo della seconda vertebra cervicale, ove si confonde coll'apparato legamentoso compreso fra la testa e le vertebre del collo (2). Quindi risulta che il legamento trasverso, veduto nel suo complesso, assume la forma di una croce. Serve non solo ad unire l'apofisi odontoide all'atlante, ma anche ad attaccare le due prime vertebre cervicali alla testa: inoltre l'atlante non avendo corpo propriamente detto, lo congiunge all'asse in guisa da permettergli di girare intorno all'apofisi odontoide come sopra un perno, senza potere nè sfuggire nè comprimere la midolla spinale (3).

2.° *Legamento vertebrale comune anteriore, o grand'inviluppo legamentoso anteriore (ligamentum corporibus vertebrarum comune anterius s. fascia longitudinalis anterior)* (4).

In avanti la colonna vertebrale è rivestita di una membrana fibrosa, che comincia dall'atlante per una estremità rotonda, e si allarga poscia tanto da coprire la maggior parte dei corpi delle vertebre. Questa membrana non ha assolutamente la stessa grossezza dappertutto: è più sottile nei punti ove la rachide maggiormente si piega, come sulla quinta vertebra cervicale e sulla duodecima dorsale o sulla prima lombare. Le sue fibre non fanno nemmeno un tutto continuo dal principio sino alla fine; sembra che ogni corpo di vertebra dia origine ad alcune di esse e serva di attacco ad altre, in guisa che oltrepassano di rado la lunghezza di tre vertebre. Sulla seconda vertebra lombare sono sostituite dai tendini dei pilastri del diaframma. Questo legamento sostiene il centro dei corpi delle vertebre, alle inflessioni delle quali tanto innanzi quanto indietro si adatta, nè manda sui lati che prolungamenti irregolari.

3.° *Legamento vertebrale comune posteriore, o grande inviluppo legamentoso posteriore (fascia longitudinalis postica vertebrarum)* (5).

Il lato posteriore dei corpi delle vertebre che forma in parte il canale destinato a ricevere la midolla spinale, è rivestito d'un legamento analogo che si connette intimissimamente in su tanto coll'astuccio spinto dalla duramadre attraverso il foro occipitale, quanto coll'apparecchio legamentoso teso fra il capo e le vertebre cervicali. Ma già a livello dell'apofisi odontoide l'unione colla duramadre è più molle, e quella coll'apparato legamentoso quasi insensibile. Per conseguenza il le-

(1) Weitbrecht, fig. 35, *v*; 36, *g*, *c*. — Langenbeck, tav. XI, fig. 1, 2.
(2) Langenbeck, tav. XI, fig. 1, 3.
(3) Mi ricordo di aver veduto in opere inglesi che spesso i legamenti i quali uniscono l'apofisi odontoide all'atlante trovansi spesso lacerati negli appiccati, e che in tal genere di supplizio la compressione esercitata sulla midolla spinale dall'apofisi contribuisce a cagionare la morte. Diverse fiate ebbi occasione di disseccare individui che si erano uccisi per sospensione, e non vidi mai nulla di simile. Accadrebbe altrimenti tra gl'Inglesi per qualche maneggio violento del carnefice? Sarebbe interessante fare qualche ricerca a tale proposito. Assai probabilmente vi sarà frattura dell'apofisi odontoide dove si troverà rottura dei legamenti.
(4) Weitbrecht, tav. X *a*, *a*. — Langenbeck, tav. X fig. 19.
(5) Weitbrecht, fig. 39 40 41. — Langenbeck, tav. X, fig. 20.

gamento non tocca immediatamente le due prime vertebre del collo, mentre è addossato alle seguenti. Alquanto più stretto nel collo che non comporta la larghezza dei corpi, si restringe ancora discendendo, in guisa che ai lombi la sua larghezza è appena di due linee, nè si spiega alquanto che sulle cartilagini interarticolari, alle quali nello stesso tempo si attiene maggiormente.

4.° *Legamenti intervertebrali (ligamenta intervertebralia)* (1).

Ad eccezione dell'intervallo dell'atlante e dell'assoide gli spazii compresi fra i corpi delle vertebre del collo del dorso e dei lombi, fra l'ultima lombare ed il sacro, fra il sacro ed il coccige, finalmente tra i diversi pezzi coccigei, sono riempiuti da una massa legamento-cartilaginosa particolare, che unisce insieme nel modo più solido le due superficie alle quali aderisce.

Le lamine più esteriori, le quali evidentemente non sono che tendinose e si compongono di fibre parallele, discendono dall'orlo inferiore di un corpo di vertebra all'orlo superiore del corpo di vertebra situato al di sotto, e si dirigono obbliquamente da destra a sinistra. Le lamine seguenti hanno una direzione inversa. Le fibre di due di queste lamine sembrano intrecciarsi insieme di tratto in tratto per decussazione. Quelle del terzo strato e dei seguenti sono opposte alle precedenti, ma in tal guisa che la lor direzione diventa assai più obbliqua ed anche quasi orizzontale. Tal è la disposizione della maggior parte della periferia del legamento intervertebrale, che per conseguenza allorchè vien tagliato trasversalmente, sembra essere composto di fibre anellari concentriche. Le fibre esterne sono, massimamente in dietro, più strette l'una con le altre, e più solidamente unite insieme che non le interne o anteriori.

Fra esse trovasi una massa particolare molle, gelatiniforme, che sfugge allorchè si pratichi un taglio trasversale o verticale, essendo espulsa per l'elasticità delle fibre tendinose. Quanto più le fibre diventano rare e deboli verso il centro, tanto più diventa pure la massa abbondante e dura, finchè infine forma un nocciolo che riempie il resto dello spazio.

I più sottili di questi dischi cartilaginosi sono quelli che esistono fra le vertebre dorsali superiori: quelli che si trovano fra le vertebre cervicali hanno maggior grossezza; i più grossi di tutti sono compresi tra le vertebre lombari. Così i corpi delle vertebre, il cui volume va crescendo, sono nello stesso tempo separati da distanze sempre maggiori.

La colonna vertebrale deve principalmente la sua mobilità ai legamenti intervertebrali.

5.° *Legamenti gialli (ligamenta crurum vertebrarum subflava)* (2).

I vuoti esistenti nel collo, ma principalmente nei lombi, fra gli archi delle vertebre, ciascuno de' quali si compone d'una metà destra e d'una metà sinistra, sono riempiuti da legamenti particolari, forti, solidi, assai elastici e di colore giallastro. Questi legamenti consistono in un adunamento di fibre verticali; sono sottilissimi e stretti, nel collo poi più grossi e più larghi, ed acquistano la lor maggiore larghezza e grossezza tra le vertebre lombari; sono poi assai lisci e coperti solo da leggiero tessuto cellulare. Ciascuno di essi comincia dal suo lato tanto in su alle radici delle apofisi obblique di una vertebra, e si prolunga fino all'incontro delle due metà dell'arco coll'apofisi spinosa; ma non tocca quello del lato opposto, fra il quale ed esso trovasi una piccola fessura riempiuta da tessuto cellulare las-

(1) Weitbrecht, tav. XII, fig. 42. — Langenbeck, tav. XI fig. 6.
(2) Weitbrecht, tav. XII, fig. 43 e 44. — Langenbeck, tav. XI, fig. 5, 4.

so. Questi legamenti permettono alla rachide di piegarsi indietro, ma limitano la sua flessione in avanti e sui lati, poichè ritengono gli archi.

6.° *Membrana interspinosa (membrana interspinalis)* (1).

Essa riempie lo spazio compreso tra le apofisi spinose di due vertebre, si compone di fibre irregolari, ed offre maggiore o minor larghezza secondo l'estensione degli intervalli, in guisa che va soggetta a variare in regioni diverse della colonna (2). Tiene le apofisi spinose unite insieme, limita la flessione innanzi alla rachide, e serve principalmente all'attacco de' muscoli.

7.° *Legamenti sopraspinosi (ligamentum, quo apices vertebrarum connectuntur s. ligamenta apicum)* (3).

Delle fibre oblique s'estendono sui due lati delle sommità delle apofisi spinose e da una sommità all'altra, in guisa che formano in qualche modo un legamento continuo, il quale contribuisce a fortificare o anche a formare in gran parte i tendini del multifido della rachide ad esso frammisti.

8.° *Legamenti intertrasversali (ligamenta processuum transversorum vertebrarum s. intertransversaria)* (4).

Gl'intervalli delle apofisi trasverse delle vertebre lombari racchiudono fibre legamentose delicate, che servono all'inserzione de' muscoli, e trovansi pure benchè meno sviluppate nelle sette vertebre dorsali inferiori.

9.° *Legamenti delle apofisi oblique (ligamenta processuum obliquorum vertebrarum)* (5).

Le superficie articolari contigue alle apofisi oblique sono ritenute nella loro periferia da forti legamenti composti di fibre corte, e tanto al dorso quanto ai lombi fortificate nel lato interno dai legamenti gialli. Il paio superiore di questi legamenti che unisce l'atlante alla seconda vertebra cervicale, è la più sottile e la meno stretta, e si frammischia ai legamenti vicini.

L'ultima vertebra lombare s'unisce al sacro nella stessa guisa che le altre vertebre si uniscono l'una all'altra: 1.° mediante un legamento intervertebrale: 2.° mediante un legamento comune posteriore; 3.° mediante legamenti gialli; 4.° per una membrana interspinosa; 5.° per un legamento interspinoso.

Considerazioni generali sulla contessitura delle articolazioni vertebrali e sul meccanismo dei movimenti della colonna vertebrale (6).

La colonna vertebrale è la capsula ossea in cui la midolla spinale si trova racchiusa al sicuro da ogni pressione e da ogni lesione, come l'encefalo nella cassa del cranio. Per essere composta d'un numero notabile di pezzi diversamente configurati, non avente ciascuno che movimenti limitatissimi, ma che possono eseguire insieme spostamenti tanto variati quanto estesi, essa offre tutta la solidità che dovea possedere come sostegno del corpo nella stazione, e come ricettacolo d'un organo centrale importante.

(1) Weitbrecht, tav. XII, fig. 45. — Langenbeck. tav. XI. fig. 4. 5.

(2) Questa membrana è massimamente forte nelle vertebre lombari: è molto più debole verso la parte superiore del dorso, e manca nelle vertebre cervicali.

(3) Weitbrecht, tav. XI, fig. 45; tav. XII, fig. 46. — Langenbeck, tav. XI, fig. 5, 6.

(4) Weitbrecht, tav. XIII, fig. 46.

(5) Weitbrecht, tav. XII, fig. 45, *g*.

(6) Si profittò massimamente per compilare queste considerazioni degli eccellenti lavori di cui siamo debitori ai tre fratelli E.H., Edoardo e Guglielmo Weber. Il primo pubblicò le sue ricerche nel *Deutsches Archiv*. di Meckel (1827, p. 240); gli altri due ne fecero l'argomento di un'opera stampata nel 1836, che noi riproduciamo per intero in seguito a questo Trattato.

I segmenti poco mobili alternano nella colonna vertebrale con altri che lo sono maggiormente. Fra le vertebre cervicali lombari e coccigee appartenenti a quest'ultima categoria, si trovano da una parte il sacro, ch'è immobile, dall'altra parte le vertebre dorsali, ciascuna delle quali possiede una mobilità minore. Alle parti meno mobili sono attaccate le ossa a guisa di cintura, cioè le coste e le ossa innominate che concorrono a produrre le prime il torace, le altre la cavità pelvica.

La colonna vertebrale nella situazione perfettamente naturale, stando l'uomo in piedi colla testa diritta, descrive una curva serpentiforme senza che per nulla vi contribuiscano i muscoli. Vi si osservano due flessioni in avanti e due in dietro. Le vertebre cervicali sono convesse in avanti, e la sommità della loro curvatura corrisponde alla seconda ed alla terza ; le dorsali sono concave innanzi ed il punto più infossato della loro concavità sembra cadere precisamente sulla sesta. Le lombari descrivono una seconda curva in avanti, di cui la quarta segna la sommità. Finalmente il sacro rappresenta il secondo arco concavo in avanti.

Questa forma non deriva solo da quella dei corpi delle vertebre; proviene principalmente da quella delle cartilagini intervertebrali che hanno un'altezza assai diversa: infatti queste cartilagini sono più notabilmente elevate ora innanzi ora in dietro, e rappresentano delle specie di cunei collocati fra le vertebre, che obbligano queste ultime a descrivere una linea curva addossandosi l'una sull'altra.

Misure prese accuratamente permisero di stabilire la proporzione esistente fra le diverse vertebre e i dischi cartilaginosi, e di formare in tal guisa la tavola seguente ove i valori sono espressi in millimetri.

NOMI delle VERTEBRE.	ALTEZZA MEDIA		DIFFERENZA DI ALTEZZA DEL LATO ANTERIORE E POSTERIORE		GROSSEZZA MEDIA delle cartilagini
	dei corpi	delle cartilagini	dei corpi	delle cartilagini	
COLLO					
Prima. . . .	0,00	0,00	0,0	0,0	0,0
Seconda. . .	31,50	2,70	+ 3,0	+ 0,6	14,7
Terza. . . .	13,20	3,55	+ 0,8	+ 3,1	14,9
Quarta . . .	13,05	2,65	— 0,1	+ 1,3	14,2
Quinta . . .	13,10	3,75	— 0,6	+ 1,5	15,1
Sesta. . . .	12,00	4,60	— 1,0	+ 1,2	15,9
Settima . . .	13,00	3,45	— 0,8	+ 0,1	15,2
	95,85	20,70	+ 1,3	+ 7,8	
DORSO					
Prima. . . .	16,80	3,40	— 1,0	+ 0,8	17,0
Seconda. . .	18,60	3,15	— 0,2	— 1,3	19,8
Terza. . . .	18,50	2,40	— 0,2	— 1,2	21,3
Quarta . . .	19,20	1,90	— 2,0	— 1,8	24,9
Quinta . . .	19,85	2,15	— 1,9	— 0,7	26,4
Sesta. . . .	19,40	3,10	— 2,0	— 1,4	27,5
Settima . . .	19,50	3,15	— 2,4	— 1,3	28,3
Ottava . . .	20,45	4,30	— 1,5	— 1,2	28,5
Nona	20,45	3,20	— 0,3	— 1,2	27,8
Decima . . .	23,20	2,50	— 0,0	— 0,6	28,0
Undecima . .	23,20	5,65	— 1,4	+ 0,7	28,8
Duodecima .	23,80		— 1,0		
	242,95	34,90	— 13,3	— 9,2	
LOMBI					
Prima. . . .	26,60	4,70	— 0,8	+ 2,0	27,9
Seconda. . .	28,15	4,85	— 1,1	+ 2,1	29,1
Terza. . . .	28,15	6,90	+ 0,7	+ 2,2	29,1
Quarta . . .	26,75	8,65	+ 1,7	+ 3,3	29,3
Quinta . . .		10,90		+ 9,2	27,7
	135,95	42,85	+ 6,7	+ 21,1	

Si scorge da questa tavola che la curvatura della colonna vertebrale nel collo e nei lombi proviene principalmente dalla forma delle cartilagini intervertebrali,

poichè la maggior parte le vertebre del collo e de' lombi (ad eccezione della seconda cervicale e dell'ultima lombare) sono limitate in su ed in giù da superficie quasi parallele. Al dorso invece la curvatura della rachide deriva in gran parte dalla forma a cuneo dei corpi delle vertebre, ed alquanto ma assai meno da quella delle cartilagini.

La flessione che la colonna vertebrale eseguisce in ogni direzione, è resa possibile dalla struttura particolare delle cartilagini legamentose. Per valutare questa struttura è d'uopo ricorrere a cadaveri freschi. Come fu detto precedentemente, ogni disco si compone di laminette tendinose concentriche l'una all'altra, che formano altrettanti anelli verticali, gli orli de' quali uniscono le superficie di due corpi di vertebre in tutta la loro estensione. Ciascun anello risulta da fibre oblique assumenti direzioni diverse. Fra i diversi anelli, ma principalmente dentro al più interno, si trova una massa molle elastica, quasi gelatinosa, che nel neonato è anche più molle e quasi mucilaginosa, e che riempie un gran vuoto nel mezzo. Questi anelli verticali sono talmente costruiti, che si comprimono o s'increspano nel loro lato anteriore quando si piegano innanzi, mentre in dietro si dispiegano o rimangono diritti; un cangiamento inverso accade nella flessione al di dietro. L'elasticità di questi legamenti impedisce pure una tensione troppo forte lateralmente o in un piano orizzontale. La massa molle e quasi gelatinosa che occupa il centro, cede dovunque e si adatta a tutti i gradi di estensione o di piegamento de' legamenti.

I legamenti gialli situati fra gli archi posteriori delle vertebre sono d'un tessuto particolare assai elastico. La loro elasticità favorisce dunque potentemente le flessioni: e tale stato di cose era necessario, poichè nella flessione in avanti gli archi delle vertebre debbono assai allontanarsi l'un dall'altro. La testa è articolata in tal guisa colla prima vertebra, che trovasi in equilibrio sopr'essa e sulla rachide intera. Il suo centro di gravità cade adunque precisamente sui condili dell'osso occipitale. Nella posizione diritta essendo la testa egualmente diritta, i muscoli non debbono fare alcuno sforzo. Negli animali invece il centro di gravità della testa cade più innanzi, il che rendeva indispensabile ch'essa fosse ritenuta in dietro dal legamento cervicale *(ligamentum nuchae)*, che non esiste nell'uomo o non vi si trova che nello stato rudimentale.

Il modo particolare d'articolazione della prima e della seconda vertebra del collo permette alla testa un movimento laterale, e la ripartizione de'suoi movimenti su due articolazioni, delle quali la superiore presiede alla flessione ed all'estensione, l'altra alla torsione nel piano orizzontale, ha potuto effettuarsi senza che la midolla spinale corresse il minimo rischio di essere compressa.

La disposizione dei legamenti intervertebrali spiega pure un fatto assai noto, cioè che l'uomo il quale rimane lunga pezza in piedi, diventa alquanto più piccolo, e che si trova ingrandito la mattina dopo essere stato coricato orizzontalmente sul dorso. La differenza può giungere quasi ad un pollice. I legamenti elastici sono compressi dal peso della testa durante la stazione, e ritornano nel riposo alle loro prime dimensioni.

CAPITOLO IV.

LEGAMENTI DELLE COSTE E DELLO STERNO.

1.° *Legamento della testa delle coste (ligamentum capituli costarum)* (1). Dalle teste delle coste partono corte fibre interrotte ed irradianti, che giungono alle vertebre dorsali, sui legamenti delle quali spariscono a poco a poco.

(1) WEITBRECHT, tav. XIII, fig. 47. — LANGENBECK, tav. XI, fig. 3, 4.

2.° *Legamento trasverso esterno delle coste (ligamentum transversarium externum costarum)* (1).

Questo legamento è situato fra le estremità posteriori delle apofisi trasverse delle vertebre dorsali e le tuberosità delle coste. Ciascun d'essi si compone di forti fibre, oblique dall'alto in basso nell'ultima costa, quasi orizzontali nell'undecima, ed obblique dal basso in alto in tutte le altre. Questo legamento è più corto nelle coste superiori, più lungo nelle inferiori, perchè le tuberosità tanto più si allontanano dalle apofisi trasverse quanto più le coste diventano inferiori.

3.° *Legamento trasverso interno del collo delle coste (ligamentum transversarium internum costarum s. cervicis costarum)* (2).

Dall'apofisi trasversa della vertebra situata sopra ogni costa, si porta al collo di quest'ultima un legamento romboidale assai forte, che si dirige dall'alto in basso ed un po' di dentro in fuori, assume una forma rotonda negli spazii superiori, e diventa piatto e membraniforme negli spazii inferiori.

4.° *Legamento trasverso esterno del collo delle coste (legamentum cervicis costarum externum)* (3).

Un legamento analogo esiste in dietro ed in direzione opposta del precedente, fra le apofisi trasverse delle vertebre dorsali e le coste. Questo legamento manca nella prima costa; nelle due inferiori si perde fra i muscoli.

Esso e quello che precede permettono alle coste un movimento di fuori in dentro e di dentro in fuori, de' quali movimenti nel primo il legamento posteriore è teso, mentre nel secondo lo è l'anteriore.

5.° *Legamenti accessorii delle coste (ligamenta accessoria costarum)* (4).

Sopra alcuni punti si staccano dai legamenti diritti fra le apofisi trasverse, uno o più fascetti che discendono sulle coste; oppure una membrana tendinosa sottile che sale dalle apofisi trasverse della prima e della seconda vertebra dorsale all'ultima costa.

6.° *Legamenti delle cartilagini delle coste (ligamenta cartilaginum costarum)* (5).

Le estremità delle cartilagini delle sei vere coste inferiori sono unite alle faccette articolari del pezzo medio dello sterno mediante una corta membrana capsulare. Su questa membrana si spiegano fibre tendinose provenienti dalle cartilagini costali, che si diffondono oltre, irradiandosi sul pezzo medio dello sterno; *(ligamenta sterno-costalia radiata)* il che fa che le mediane tra queste fibre non solo s'incrociano, ma giungono ancora fino alla cartilagine della costa situata immediatamente al di sotto dal lato opposto: per esempio dalla cartilagine della terza costa destra a quella della quarta sinistra. Qua e là si trovano pure frammiste a quelle alcune fibre arciformi.

7.° *Legamenti delle cartilagini delle coste fra esse (ligamenta costarum corruscantia)* (6).

Si veggono qua e là alcune linguette tendinose discendere verticalmente o alquanto obbliquamente da una cartilagine costale all'altra, quasi sempre nel punto ove queste cartilagini sono maggiormente lontane, talvolta anche fra le parti ossee, ed incrociare le fibre dei muscoli intercostali. Queste fibre non esistono nei due spazii

(1) Weitbrecht, tav. XIII, fig. 46 e 48, *a*.
(2) Weitbrecht, tav. XIII, fig. 47 e 48.
(3) Weitbrecht, tav. XIII, fig. 48 *c*. — Langenbeck, tav. XI, fig. 3, 2; fig. 4, 2.
(4) Weitbrecht, tav. XII, fig. 46, *e*.
(5) Weitbrecht, tav. IV e XV. — Langenbeck, tav. XI fig. 14.
(6) Weitbrecht, tav. XII, *c*. — Langenbeck, tav. XI, fig. 14, 5.

superiori; nel quinto nel sesto e nel settimo sono più strette e più corte, ma più forti; nei segmenti sono più sottili e più deboli.

Esse impediscono alle coste di allontanarsi l'una dall'altra, permettendo loro tuttavia di sollevarsi e di avvicinarsi.

I prolungamenti che si addossano e si adattano l'uno all'altro mediante alcune specie d'articolazioni, fra la quinta sesta settima ed ottava costa, sono inoltre ritenuti con forza da fibre tendinose miste al pericondrio.

8.° *Membrana dei pezzi dello sterno (membrana ossium sterni)* (1).

I tre pezzi dello sterno sono uniti da una cartilagine, e sembrano per così dire saldati insieme. Tutti tre sono coperti da un periostio comune grossissimo, frammisto qua e là di fibre tendinose lucenti, che prendono direzioni diverse nel lato esterno, ma per la massima parte perpendicolari nel lato interno.

9.° *Legamenti dell'appendice xifoide (ligamenta cartilaginis ensiformis, ligamentum sterno-xiphoideum et costo-foideum)* (2).

Dal lato esterno si stacca dalle cartilagini del settimo paio delle coste un paio di linguette tendinose, che discendono obbliquamente verso il pezzo inferiore dello sterno. Esse servono all'attacco della linea bianca.

Riflessioni generali sulla mobilità delle coste e del torace.

Il movimento delle coste e dello sterno è di grand'importanza per l'ingrandimento della cavità toracica necessario alla respirazione. L'articolazione delle coste colle vertebre permette a ciascuna di esse di sollevarsi e di abbassarsi; quindi risulta che ognuna si allontana dalle altre e descrive un arco, ingrandito ancora dalla forma dell'osso, il cui orlo inferiore si volge in fuori ed il superiore in dentro. Le estremità anteriori delle coste sono poco mobili per sè stesse; ma siccome lo sterno si trova sollevato dal movimento ascendentale che l'inspirazione imprime alle coste, le estremità anteriori di queste partecipano esse pure di questo movimento. Le coste inferiori sono assai più mobili delle superiori, massimamente in avanti. La prima costa è la meno mobile per la sua brevità, la sua situazione profonda e la solidità dei suoi legami.

CAPITOLO V.

LEGAMENTI DEI MEMBRI SUPERIORI.

I. *Legamenti della clavicola*

1.° *Legamento interclavicolare (ligamentum interclaviculare)* (3).

È un legamento trasversale che riempie l'incavatura semilunare superiore del primo pezzo dello sterno, e che si estende da un'estremità sternale della clavicola all'altra. Per lo più è semplice e talvolta doppio. Ordinariamente si vede più nel lato interno che nell'esterno. Ora poggia immediatamente sull'impugnatura dello sterno, ora è collocato più in su. D'ordinario si trova col tendine del muscolo sterno-cleido-mastoideo e col legamento capsulare delle clavicole. Serve ad unire le clavicole non solo l'una coll'altra, ma ancora col pezzo superiore dello sterno.

2.° *Legamento capsulare dell'articolazione della clavicola collo sterno e colla prima costa (connexio claviculae cum sterno et costa prima)* (4).

(1) Weitbrecht, tav. XIV, XV. — Langenbeck, tav. XI, fig. 14.
(2) Weitbrecht, tav. XIV, fig. 49. — Langenbeck, tav. XI, fig. 14.
(3) Weitbrecht, tav. I, fig. 1, 2, 3. — Langenbeck, tav. XI, fig, 14, 1.
(4) Weitbrecht, tav. I, fig. 1, 2. 3. — Langenbeck, tav. XI, fig. 14, 2.

Questo legamento parte dalla estremità sternale della clavicola; le fibre forti e parallele che lo costituiscono si dirigono verso il periostio del pezzo superiore dello sterno. In avanti ove la clavicola poggia sulla cartilagine della prima costa, non si scorge che la sottile membrana capsulare. Al di fuori le fibre sembrano andare senza interruzione da un' osso all' altro; al di dentro son viste portarsi dalla clavicola alla cartilagine interarticolare, e da questa allo sterno.

Questa cartilagine interarticolare che divide la cavità articolare in due parti, è quasi membranosa: sottile nel mezzo e verso la cartilagine costale, acquista maggiore grossezza nella sua periferia, e si attacca al pezzo superiore dello sterno mediante una sostanza grossa vischiosa simile a quella che trovasi fra le vertebre (1).

3.° *Legamento costo-clavicolare (ligamentum rhomboides claviculae s. costo-claviculare)* (2).

Situato fra l'estremità sternale della clavicola ove s'impianta, sia in un piccolo sporgimento sia in una fossetta rugosa, e la parte superiore anteriore della cartilagine della prima costa, non solamente ferma la clavicola, ma contribuisce ancora a ritenere la prima costa, e serve all' inserzione del muscolo sotto-claveare.

4.° *Legamento acromio-clavicolare (connexio claviculae cum acromio s. ligamentum acromio-claviculare)* (3).

Fra la clavicola e l'acromio si trova una cartilagine, che per altro non penetra affatto nella cavità articolare, ma termina sotto la forma d'una membrana sottile. I due ossi sono inoltre connessi l'uno all'altro da forti fibre tendinose che li circondano da ogni parte.

II. *Legamenti dell' omoplata.*

1.° *Legamento coraco-acromiale (ligamentum scapulae proprium anterius s. triangulare s. coraco-acromiale)* (4).

Esso riunisce a guisa di ponte la parte laterale interna della sommità dell' acromio al margine posteriore dell'apofisi coracoide; acuto dalla parte dell' acromio, diventa poscia assai largo ma sottile. Impedisce all'omero di portarsi in su.

2.° *Legamento coracoideo (ligamentum scapulare proprium posterius s. supra-scapulare s. coracoideum)* (5).

È una linguetta legamentosa stretta e sottile, che converte l'incavatura coracoidea in un foro semplice o doppio (6). S' ignora perchè non sia sostituito da una laminetta ossea; forse perchè allora i vasi collocati al disotto comporterebbero un troppo aspro sfregamento nell'abbassamento della scapola. La cavità cotiloide dell' osso innominato è egualmente resa compiuta da fibre tendinose, e l' escavazione degli ossi del carpo è convertita in canale non da ossi ma da un ponte fibroso.

3.° *Legamento conoide della scapola (ligamentum scapulare commune conoides)* (7).

Viene in parte dal precedente, in parte dalla regione posteriore della base del-

(1) Alcuni notomisti non ammettono questa cartilagine interarticolare, il che deriva che d'ordinario aderisce sì intimamente all'estremità stessa della clavicola, che si potrebbe quasi considerare come rivestimento cartilaginoso appartenente a quest'osso; ma l'analogia con altre articolazioni esige che si vegga in essa una vera cartilagine interarticolare.

(2) Weitbrecht, tav. I, fig. 1 e 2. — Langenbeck, tav. XI, fig. 14, 3.

(3) Weitbrecht, tav. I, fig. 4; tav. II, fig. 5, 6. — Langenbeck, tav. XIV, fig., 7.

(4) Weitbrecht, tav. II, fig. 6. 7, *f*. — Langenbeck, tav. XIV, fig. 1, *s*.

(5) Weitbrecht, tav. II, fig. 5. 7, *u*. — Langenbeck, tav. XIV, fig. 1, 6.

(6) Non è raro trovarlo ossificato.

(7) Weitbrecht, tav. II, fig. 8, *k*. — Langenbeck, tav. XIV, fig. 1, *s*; fig. 2, *g*. (Questo legamento ed il seguente sono indicati insieme sotto il nome di *ligamenta coraco-clavicolare*.

l'apofisi coracoide. Grosso ed irradiante, giunge all'orlo posteriore della estremità scapolare della clavicola.

4.° *Legamento trapezoide della scapola (ligamentum scapulare commune trapezoides)* (1).

Questo legamento, grosso quanto il precedente, e per lo più largo un pollice, attacca la parte superiore dell'apofisi coracoide alla parte inferiore della clavicola non lungi dalla sua estremità scapolare, ove si trova una notabile rugosità. Siccome l'apofisi coracoide è più bassa in avanti le fibre anteriori sono più lunghe delle posteriori, così il legamento ha la forma d'un quadrato, i cui lati sono ineguali.

I due legamenti che si possono riguardare come parti d'un solo tutto, essendo un po' molli, la scapola ha la facoltà di muoversi senza che la clavicola si abbassi; intanto si oppongono ad un abbassamento troppo notabile di quest'osso.

III. *Legamenti del braccio.*

1.° *Legamento capsulare (ligamentum capsulare magnum)* (2).

Si chiama così una membrana fibrosa un po' grossa, che circonda il margine ovale del collo dell'omoplata (3), ingrandisce il contorno della sua superficie articolare, riveste la testa dell'omero sotto la forma di ampio sacco sottile rotondo allungato, e dopo essersi ristretta sopra sè stessa, si attacca alla circonferenza di questa testa di sotto al suo rivestimento cartilaginoso. Vi si scorge pel tendine del muscolo bicipite un'apertura ovale, sopra la quale alla sua origine si trova teso un piccolo legamento trasversale.

Questo legamento è più sottile e più molle nel lato posteriore ed esterno, ove poggiano sovr'esso il muscolo sotto-spinoso ed il piccolo rotondo; più teso nel lato interno ed inferiore, ove s'applica alla sua superficie il muscolo sotto-scapolare. La sua faccia superiore è fortificata da una membrana che deriva dall'apofisi coracoide. Il tutto è ricoperto d'una espansione membranosa irregolare.

In sè stesso il legamento capsulare è troppo debole per fissare l'omero, onde esso è potentemente fortificato dai muscoli situati intorno alla scapola, il sopra-spinoso, il sotto-spinoso, il gran rotondo ed il sotto-scapolare coi loro tendini.

IV. *Legamenti dell'antibraccio.*

1.° *Membrana capsulare del cubito (membrana capsularis cubiti)* (4).

Essa circonda l'articolazione omero-cubitale dagli orli delle cavità olecranica e coronoide e dei condili dell'omero fino all'olecrano ed all'apofisi coronoide del cubito ed al legamento anellare del radio. Questa membrana, molle in avanti ed in dietro, più tesa sui lati, si compone in qualche guisa di più laminette sovrapposte, ed è fortificata dai legamenti seguenti ad essa frammisti.

2.° *Legamento laterale interno del cubito*, o *brachio-cubitale (ligamentum laterale internum cubiti s. brachio-cubitale)* (5).

Esso riunisce insieme il condilo interno dell'omero ed il margine tagliente dell'apofisi coronoide del cubito, ed ha ora maggiore ora minore larghezza, in guisa che si veggono alcune corte fibre tra il condilo e l'olecrano.

(1) WEITBRECHT, tav. II, fig. 6, *g*. — LANGENBECK, *loc. cit.*
(2) WEITBRECHT, tav. II (su tutte le figure). — LANGENBECK, tav. XIV, fig. 1 e 2.
(3) Si può considerare come un legamento, o piuttosto come legamento cartilaginoso particolare *(legamento glenoidale, ligamentum glenoideum)*, la superficie cartilaginosa della scapola col suo lembo *(libus cartilagineus scapulae)*, Questo lembo è anche fortificato dalla inserzione della lunga testa del muscolo bicipite.
(4) WEITBRECHT, tav. III, fig. 10, *l*. — LANGENBECK, tav. XIV, fig. 3-6.
(5) WEITBRECHT, tav. V, fig. 10, *m*. — LANGENBECK, tav. XIV, fig. 8, 1.

3.° *Legamento laterale esterno del cubito,* o *brachio-radiale (ligamentum laterale externum cubiti s. brachio-radiale)* (1).

Esso unisce il condilo esterno dell'omero ed il legamento anellare del radio, verso il quale si dirige irradiando. La sua forma è triangolare come quella del precedente.

4.° *Legamento anellare del radio (ligamentum annulare s. orbiculare radii)* (2).

Fermato alla rugosità del cubito rivolta verso il radio, e descrivendo i tre quarti di un cerchio, questo forte legamento forma un fascetto elastico schiacciato ed anellare, che stringe poscia la testa del radio, da cui è d'altronde assolutamente separato, giacchè non si vede che una membrana sottile discendere dal suo orlo inferiore per giungere al collo dell'osso. È composto di fibre circolari, parallelle fra esse, che talvolta sembrano formare in qualche guisa due anelli; e fortificato non solo dal legamento laterale esterno, ma anche da due fascetti legamentosi intrecciati colla capsula articolare del cubito, dei quali uno anteriore *(ligamentum accessorium anticum)* (3) viene dall'apofisi coronoide, e l'altro posteriore *(ligamentum accessorium posticum)* (4) nasce dall'olecrano sotto il condilo esterno dell'omero.

5.° *Legamento rotondo* o *obbliquo del cubito (chorda transversalis s. ligamentum teres s. obliquum cubiti)* (5).

Si chiama così un cordone quasi rotondo teso fra il cubito ed il radio, che si attacca sul primo di questi ossi, all'altezza che serve d'inserzione al muscolo brachiale interno, e sul secondo sotto la tuberosità bicipitale.

Esso limita la supinazione del radio.

6.° *Legamento interosseo dell'antibraccio (membrana interossea antibrachii s. ligamentum interosseum)* (6).

Teso fra i due orli taglienti del cubito e del radio, non riempie per altro tutto l'intervallo dei due ossi, ma lascia sopra la metà della lunghezza dell'antibraccio un vuoto notabile pel corto supinatore. Si compone di fascetti piatti a fibre paralelle, la cui direzione è opposta a quella del cordone precedente, e sono interrotti in più punti pel passaggio dei vasi. Non serve che a fornire inserzioni ai muscoli.

7.° *Cartilagine intermedia dell'estremità inferiore del cubito (cartilago intermedia triangularis extremitatum inferiorum cubiti)* (7).

La base di questa forte cartilagine è la continuazione dell'estremità inferiore del radio incrostata di cartilagine; la sua sommità si attacca al lembo corrispondente dell'apofisi stiloide del cubito. Si attacca pure superiormente a quest'ultimo osso mediante un piccolo legamento.

V. *Legamenti della mano.*

1.° *Capsula dell'estremità inferiore del cubito (membrana capsularis sacciformis extremitatum inferiorum cubiti)* (8).

Si estende dal radio al cubito, ed abbraccia l'estremità incrostata di cartilagine. È assai spaziosa ma estremamente sottile, e fortificata dal tendine del muscolo cubitale esterno.

(1) Weitbrecht, tav. V, fig. 11, *m.* — Langenbeck, tav. XIV, fig. 7, 2.
(2) Weitbrecht, tav. III e IV, fig. 11, 12, *n. o.* — Langenbeck, tav. XIV, fig. 8, 2.
(3) Weitbrecht, fig. 10, *p.*
(4) Weitbrecht, fig. 11, *p.*
(5) Weitbrecht, tav. III, fig. 10, *q.* — Langenbeck, tav. XIV, fig. 6.
(6) Weitbrecht, tav. III, fig. 10 ed 11. — Langenbeck, tav. XIV fig. 3.
(7) Weitbrecht, tav. IV, fig. 12, 13. — Langenbeck, tav. IV, fig. 11, 3.
(8) Weitbrecht, tav. IV, fig. 13, *c.* — Langenbeck, tav. XIV, fig. 11, 1, 9, 10.

2.° *Legamento palmare proprio del carpo (ligamentum carpi volare proprium)* (1).

Questo forte legamento si estende come un ponte, dall'osso pisiforme e dall'uncino dell'osso uncinato allo scafoide ed al trapezio, si compone di fibre solidissime, che congiuntamente agli ossi del carpo formano un canale pei tendini dei flessori delle dita, e presenta un foro che dà passaggio al tendine del radiale interno. D'altronde esso si perde superiormente ed inferiormente assottigliandosi a poco a poco. Rugoso all'esterno, è liscio e lubrico internamente, ove è tapezzato da una borsa mucosa. Non solo ritiene i tendini ma serve pure all'inserzione di diversi muscoli destinati al pollice ed al dito mignolo.

3.° *Legamento capsulare dell'articolazione radio-carpica (membrana articuli cubiti et carpi capsularis)* (2).

Il legamento capsulare tra l'antibraccio ed il carpo è forte ma molle: ad una delle due estremità si attacca interamente intorno alla faccia articolare del radio alla cartilagine triangolare ed all'apofisi stiloide del cubito; dall'altra parte si stabilisce egualmente intorno alla faccia cartilaginosa superiore dello scafoide, del semilunare e del piramidale. Sulla sua faccia palmare è liscio e composto di fibre, le quali venendo dall'osso pisiforme a mo' di raggi, si estendono fin verso gli ossi del metacarpo. Sulla faccia dorsale invece non si estende tant'oltre. I suoi fascetti fibrosi sono sovrapposti l'uno all'altro in direzioni diverse. Alcuni vengono o dall'osso piramidale o dal pisiforme, dal trapezio e dall'osso uncinato, o finalmente dal radio, e si portano al semilunare ed al grande osso *(lacerti adscititii* di Weitbrecht). Altri li tagliano obbliquamente; fra questi ultimi, quelli della faccia palmare derivano dall'apofisi stiloide del radio; quelli della faccia dorsale si portano alcuni obbliquamente dal radio all'osso piramidale, altri in direzione opposta dalla cartilagine triangolare e dall'osso piramidale al cubito *(lacerti proprii in vola et dorso manus)*. Altri pure fortissimi vanno obbliquamente dalla base dell'apofisi stiloide del radio all'osso semilunare ed al legamento teso fra essa e lo scafoide *(ligamentum accessorium obliquum)*. Altri finalmente forti e diritti s'estendono dal lato palmare del legamento triangolare al legamento compreso fra l'osso semilunare ed il piramidale *(ligamentum accessorium rectum)* (3).

4.° *Legamento tra le due file degli ossi del carpo (connexio binorum ordinum ossium carpi)* (4).

La fila superiore degli ossi del carpo è unita all'inferiore mediante una membrana capsulare, la quale poichè è meno molle di quella fra il carpo e lo antibraccio, non permette che un piccolo movimento di flessione al carpo; e le cui fibre si estendono pure sulle file degli ossi carpici. Quivi i fascetti fibrosi assumono direzioni assai diverse, in guisa che partendo da un osso metton capo ora ad un solo ora a diversi: così sulla palma vanno dallo scafoide al trapezio, al trapezoide ed al pisiforme, o dal semilunare al grande osso ed all'osso uncinato, o dal piramidale al grande osso all'osso uncinato ed al trapezio. Qualche cosa di analogo avviene dal lato dorsale. Si trovano pure qua e là delle piccole borse mucose nell'interno della cavità articolare.

(1) WEITBRECHT, tav. VI, fig. 16. — ALBINO, *Hist. muscul. Icon.* 1 e 2.

(2) WEITBRECHT, fig. 12, 20, 21, 22. — LANGENBECK, tav. XIV, fig. 11 (9 e 10, i legamenti accessorii).

(3) Al di dentro della capsula si trovano di frequente dei prolungamenti della membrana capsulare *(ligamenta mucosa)*, come accade in diverse altre articolazioni.

(4) WEITBRECHT, fig. 21, 22, 23, 24, 26. — LANGENBECK, tav. XIV, fig. 12.

5.° *Legamenti fra i diversi ossi del carpo (ligamenta inter utriusque ordinis carpi ossa singula)* (1).

Questi legamenti sono corti ma forti e tesi; non oltrepassano gli orli delle superficie articolari contigue: non si trovano che nel lato palmare fra gli ossi della fila superiore; ma nel lato palmare e nel lato dorsale ve ne sono tra quelli della fila inferiore. Dove i punti contigui dello scafoide del semilunare e del piramidale, del trapezio, del trapezoide del grande osso e dell'osso uncinato, sono rivolti verso l'interno dell'articolazione, i lembi agguagliati di questi ossi mancano di legamenti propriamente detti o d'incrostazione cartilaginosa.

6.° *Legamenti fra i tre ossi della fila superiore del carpo (ligamenta inter carpi ossa tria ordinis primi)* (2).

Lo scafoide ed il semilunare, il semilunare ed il piramidale, sono uniti insieme dal lato che guarda l'antibraccio, in guisa da non formare che una superficie articolare comune.

7.° *Legamenti dell'osso pisiforme (ligamenta ossis subrotundi)* (3).

L'osso pisiforme è connesso al metacarpo tanto da fibre ch'esso dirige al legamento palmare proprio del carpo, quanto da forti fibre che vanno all'osso uncinato, e dal prolungamento del tendine del muscolo cubitale interno.

8.° *Legamenti fra gli ossi della fila inferiore del carpo (ligamenta inter carpi ossa ordinis secundi)* (4).

Nel cavo della mano si veggono il trapezio ed il trapezoide circondati da un legamento capsulare, ed annessi all'osso metacarpico mediante alcune fibre. Lo stesso avviene del trapezio e dell'osso uncinato. Per l'opposto il grande osso e l'osso uncinato oltre la capsula hanno pure de' legamenti particolari, che talvolta si estendono fino al trapezoide: le fibre tra il grande osso e l'osso uncinato sono grosse e forti.

Sul dorso della mano gli ossi della fila inferiore del carpo ed i metacarpici sono uniti insieme da un legamento capsulare, le cui fibre si dirigono trasversalmente.

9.° *Legamento trasverso del grande osso e dell'osso uncinato (ligamentum transversum ossis capitati et hamati)* (5).

È fortissimo rotondo e sì corto, che non permette ai due ossi alcun movimento.

10.° *Legamenti fra gli ossi del carpo ed i metacarpici.*

a. Legamenti dell'osso metacarpico del pollice (6).

L'osso metacarpico del pollice s'annette al trapezio mediante una capsula circolare, che è sottilissima per sè stessa ma fortificata dai tendini degli abduttori e da quattro legamenti che vi si congiungono, cioè il primo alla faccia palmare, il secondo alla faccia dorsale, il terzo al lato cubitale o esterno, e l'ultimo al lato radiale o interno *(ligamentum dorsale, palmare, laterale externum, laterale internum)*.

b. Legamenti dell'osso metacarpico dell'indice (7).

L'osso metacarpico dell'indice ha tre legamenti, cioè un legamento sublime che è coperto nel cavo della mano dal legamento sublime dell'osso metacarpico del

(1) Langenbeck, tav. XIV, fig. 9.
(2) Weitbrecht, fig. 20, 23, 24.
(3) Weitbrecht, fig. 16, 21, 23.
(4) Weitbrecht, fig. 23, 25, 27.
(5) Weitbrecht, tav. VII, fig. 27, *f*. — Langenbeck, tav. XIV, fig. 10.
(6) Weitbrecht, tav. VI, VII, fig. 16, 21, 22, 25, 26. — Langenbeck, tav. XIV, fig. 9, 12.
(7) Weitbrecht, fig. 21, 23, 25, 28.

dito medio, è situato fra la base del metacarpico dell'indice ed il piccolo uncinato del trapezio; un legamento profondo fra la sua base ed il trapezoide, e raramente fra quella ed il trapezio: esso è sottile e coperto dai legamenti del metacarpico del dito medio; finalmente un legamento laterale, il più forte di tutti, che va al trapezio e consiste in fibre ora paralelle ora irradianti.

c. *Legamenti dell'osso metacarpico del dito medio* (1).

L'osso metacarpico del dito medio s'unisce al trapezio nel cavo della mano mediante tre legamenti notabili, due sublimi (2) ed uno profondo (3), o collocato sotto i due precedenti; al grande osso pel legamento capsulare al lato esterno, e per un forte legamento verticale talvolta diviso (4); all'osso uncinato nel cavo della mano per un legamento obbliquo (5).

d. *Legamento dell'osso metacarpico del dito anellare*

L'osso metacarpico del dito anellare non s'unisce all'osso uncinato che per un semplice legamento capsulare; nondimeno si vede talvolta portarvisi un fascetto legamentoso proveniente o dal legamento fra il trapezio ed il trapezoide, o dal pisiforme (6).

e. *Legamento dell'osso metacarpico del dito mignolo.*

L'osso metacarpico del dito mignolo s'unisce mediante un solo legamento forte all'uncino dell'osso uncinato (7).

11.° *Legamenti che uniscono gli ossi metacarpici gli uni agli altri* (8).

Le estremità carpiche degli ossi del metacarpico si annettono le une alle altre mediante legamenti esterni o dorsali, legamenti laterali, e legamenti interni o palmari.

a. I *legamenti dorsali* (9) sono facili a distinguersi dalla membrana capsulare. Si portano trasversalmente da un osso metacarpico all'altro. Fra il dito mignolo e l'anellare sono massimamente lunghi e deboli; sono più tesi fra l'anellare ed il medio; fra il medio e l'indice sono deboli o non esistono; non se ne trovano neppure fra l'indice ed il pollice.

b. I legamenti laterali (10) sono disposti obbliquamente fra gli ossi metacarpici, ed indeboliscono in senso inverso dei precedenti, che incontrano sotto un angolo qualunque. Il più forte è situato fra l'indice ed il medio, il più debole tra l'anellare ed il mignolo. Un legamento analogo (11) unisce pure il pollice e l'indice. Questi legamenti servono non solo a connettere gli ossi gli uni agli altri, ma altresì a fornire attacco alle fibre muscolari.

c. I legamenti interni, o situati nel cavo della mano (12), si compongono di fibre paralelle che vanno trasversalmente da un osso metacarpico all'altro; non sono unicamente superficiali, ma si estendono profondamente fra gli ossi del metacarpo, principalmente fra quello dell'anellare e quello del dito mignolo, ove presentano pure alcune fibre oblique. Quello che trovasi fra il medio e l'indice è sottilissimo e spesso non esiste.

Le teste o estremità digitali dei quattro ossi metacarpici esterni (eccetto il pollice) sono unite da legamenti larghi, ma sottili trasversali e stretti *(ligamenta capitulorum ossium metacarpi)* (13).

(1) Langenbeck, tav. XIV, fig. 10.
(2) Weitbrecht, fig. 21, *a*, 8.
(3) Weitbrecht, fig. 23, 8.
(4) Weitbrecht, fig. 27, *f*.
(5) Weitbrecht, fig. 23, *t*.
(6) Fig. 23, 1.
(7) Fig. 16, Z; 21, E.
(8) Langenbeck, tav. XIV, fig. 4, 10.
(9) Fig. 29, *a*.
(10) Fig. 29, *a*.
(11) Fig. 29, *b*.
(12) Fig. 26, *m*.
(13) Fig. 21, *k*; fig. 23 e 28.

12.° *Legamenti delle dita.*

a. Legamenti capsulari.

La prima falange delle dita s'unisce al suo osso metacarpico mediante una membrana capsulare liscia e debole fortificata 1.° da' tendini degli estensori, 2.° dalle guaine che i tendini dei flessori offrono sull'articolazione, 3.° dai legamenti laterali.

b. Legamenti laterali (ligamenta lateralia digitorum) (2).

I legamenti laterali fissano da ciascun lato le tre falangi di ciascun dito, estendendosi dal tubercolo dell'una a quello dell'altra. Hanno una forma romboidale, sono fortissimi, ma variano quanto al loro volume proporzionale secondo gli ossi che debbono congiungere.

Considerazioni generali sulle articolazioni dei membri superiori.

Le articolazioni dei membri superiori sono talmente proporzionate fra loro, che offrendo sempre una solidità ed una forza sufficiente, permettono sempre movimenti liberi per quanto è possibile. La clavicola e la scapola sono fissate ed unite insieme in tal guisa, che veramente procurano al braccio un punto d'appoggio solido, ed intanto permettono alcuni spostamenti in avanti ed in dietro, in su ed in giù. L'unione della clavicola colla scapola serve di precipuo punto d'appoggio a tutta la spalla. L'articolazione dell'omero colla scapola è la più libera di tutto il corpo, e si presta a movimenti in ogni direzione. La mano è egualmente unita alle ossa dell'antibraccio mediante un'articolazione compiutamente libera, mentre il modo di unione degli ossi dell'antibraccio coll'omero non permette che un movimento limitato. L'omero è unito al cubito mediante un ginglimo. Il cubito ed il radio sono superiormente congiunti mediante un'articolazione trocoide. Dalla parte del braccio questi due ossi non possono essere mossi che in due direzioni, cioè piegati o stesi, movimenti per sè stessi limitati. La flessione si effettua fin sotto un angolo acutissimo, ma non quanto quello della gamba sulla coscia; l'estensione non può andar al di là del raddrizzamento in linea retta dei due segmenti; l'apofisi coronoide l'olecrano ed i legamenti laterali non concedono maggiore ampiezza a questi due movimenti. Il radio gira sull'omero nella direzione del suo asse longitudinale tanto in dentro che in fuori; il primo di questi movimenti, che essendo il braccio pendente, porta il pollice in dentro ed il cavo della mano in dietro, ha il nome di *pronazione;* l'altro nel quale il pollice si dirige in fuori ed in dietro, e la palma della mano in avanti, è chiamato *supinazione.* Gli ossi del carpo sono solidissimamente uniti insieme mediante i loro numerosi legamenti, e ciascuno di essi possiede un'assai debole mobilità, ma il movimento totale non manca di certa estensione; un'articolazione libera e mobile in ogni verso esiste fra gli ossi del metacarpo e le prime falangi, mentre i metacarpici sono strettamente uniti agli ossi del carpo; il solo metacarpico del pollice è mobilissimo sul carpo. Peraltro le ultime due falangi non permettono che un movimento di flessione e d'estensione, diretto nello stesso verso che quello dell'antibraccio.

Cosa notabile è la disposizione generale di tutte le articolazioni prese insieme; esse si trovano sì esattamente in rapporto colla lunghezza di tutto il membro, che tutte le parti del corpo, quando questo prende un'attitudine conveniente, possono essere da esso toccate e non ve n' è alcuna a cui l'uomo non possa giungere con la punta delle sue dita.

(1) Fig. 21. — LANGENBECK, tav. XV, fig. 10.

CAPITOLO VI.

LEGAMENTI DELLA PELVI.

1.° *Legamento sacro-iliaco lungo (ligamentum posticum longum ossis ilei s. ileo-sacrale longum)* (1).

È una grossa linguetta che discende dall'angolo posteriore della cresta iliaca all'apofisi trasversa del quarto pezzo dello sterno. Questo legamento unisce l'osso innominato al sacro.

2.° *Legamento sacro-iliaco corto (ligamentum posticum breve ossis ilei s. ileo-sacrale breve)* (2).

Sotto il precedente si vede un legamento corto diretto in senso opposto, che si estende dall'angolo posteriore della cresta iliaca all'apofisi trasversa del terzo pezzo del sacro. Le sue fibre diventano sempre più corte nella profondità, perchè i due ossi vanno continuamente avvicinandosi.

3.° *Legamento sacro-iliaco laterale (ligamentum laterale posticum ossis ilei)* (3).

Fra l'angolo posteriore della cresta iliaca ed il lembo inferiore del primo pezzo del sacro si trova un legamento trasversale piatto, sotto il quale si scorgono le estremità dei tendini del sacro-lombare e del semi-spinoso. Esso sembra servire più a contenere questi muscoli che non ad unire insieme gli ossi.

4.° *Gran ligamento sacro-sciatico (ligamentum pelvis posticum magnum s. tuberoso-sacrum s. sacro-ischiadicum majus)* (4).

La base larga di questo legamento s'inserisce all'angolo posterire della cresta iliaca ed al lungo legamento sacro-iliaco che essa copre al di fuori, al tubercolo della terza e della quarta apofisi trasversa, ed al resto del lembo laterale inferiore del sacro e del lembo laterale del primo pezzo del coccige. Ravvicinandosi le sue fibre l'una all'altra, diventa più stretto ma più grosso; poscia allargandosi ad un tratto di nuovo, discende obbliquamente in fuori ed in avanti, e s'inserisce alla tuberosità sciatica: ma una parte di questo legamento situata al di dentro, e che incrocia le altre fibre, sale verso la branca ascendente dell'ischio sotto l'aspetto di una membrana falciforme. Le sue fibre sono arcuate alle due estremità, e talmente spiegate in raggi, che le interne incrociano le esterne presso a poco nel mezzo della loro lunghezza. Questo legamento serve non solo a legare insieme gli ossi fra i quali si estende, ma altresì a formare la pelvi, a sostenere le parti contenute nella cavità pelvica, a fornire al di fuori degli attacchi alle fibre del muscolo grande gluteo e col suo prolungamento falciforme a darne pure al di dentro all'otturatore interno.

(1) Weitbrecht, tav. XVI, fig. 51, *f*. — Langenbeck, tav. XI, fig. 8, 11.
(2) Weitbrecht, tav. XXI, *g*. — Langenbeck, tav. XI, fig. 10, 4.
(3) Weitbrecht, tav. XVI, fig. 57, *h*.
(4) Weitbrecht, tav. XXI, *k*; tav. XVII, *k*, *h*, *o*. — Langenbeck, tavola XVI, fig. 8, 7; 9, 6; 10, *s*.

5.° *Piccolo legamento sacro-sciatico (ligamentum pelvis posticum parvum s. spinoso-sacrum s. sacro-ischiadicum minus s. internum)* (1).

Potrebbe essere riguardato come parte del precedente. Viene com'esso, ma prendendo una direzione diversa, dal margine laterale del sacro. Larghissimo dapprima, si restringe poscia diventando più grosso, e si attacca alla sommità della spina sciatica. Forma dunque insieme alle due incavature dell'ischio due fori notabili, dei quali il superiore più grande dà passaggio al nervo sciatico e ad alcuni vasi sanguigni, mentre per l'inferiore, che è più piccolo, passa il muscolo otturatore interno con alcuni vasi e nervi. Esso contribuisce a formare lo stretto inferiore della pelvi, e serve d'attacco al muscolo coccigeo.

6.° *Legamento ileo-lombare (ligamentum pelvis anticum superius s. ileo-lumbale)* (2).

Esso unisce la cresta iliaca all'apofisi trasversa dell'ultima vertebra lombare, o a quelle dell'ultima e della penultima. Quasi triangolare, il suo lato più lungo, che è convesso e rivolto in su: è più grosso sugli orli, più sottile nel mezzo. Quando giunge a due vertebre lascia fra esse un foro notabile pel passaggio dei nervi e dei vasi. Serve non solo ad unire questi ossi insieme, ma anche a fornire delle inserzioni ai muscoli, quadrato dei lombi ed iliaco.

7.° *Legamento anteriore inferiore della pelvi (ligamentum pelvis anticum inferius)* (3).

Questo ligamento collocato sotto del precedente, più corto ma più rotondo di esso è teso tra la parte inferiore della cresta iliaca, l'apofisi trasversa della quinta vertebra lombare ed il sacro. Fra esso ed il legamento ileo-lombare rimane un vuoto pel passaggio dei vasi e dei nervi.

Siccome l'ultima vertebra lombare e la parte inferiore del sacro variano all'infinito, questo legamento offre pure diverse varietà.

8.° *Sinfisi sacro-iliache (symphysis ossis sacri et coxae)* (4).

L'osso innominato si connette al sacro non solo mediante una cartilagine legamentosa auricoliforme e comune ai due ossi, ma altresì mediante forti fibre tendinose innestate in fossette ed in scabrosità, ed inoltre mediante il periostio, che passa sull'articolazione in avanti ed in giù. Talvolta in donne che periscono nel corso d'un parto anche facile, l'osso innominato ed il sacro sono separati l'uno dall'altro in questo sito da una distanza di circa un pollice, e lasciano così fra essi una cavità a pareti ora rugose ed ora lisce e piane.

9.° *Sinfisi pubica (symphysis s. commissura ossium pubis)* (5).

Le superficie degli ossi del pube alquanto più discoste innanzi che indietro, sono coperte di cartilagini ritenute insieme da fibre tendinose o legamentose trasversali. Queste fibre sono più corte in su ed al di dentro; diventano più lunghe in giù ed al di fuori. Su tutta la loro periferia sono più grosse e circondate in qualche guisa da un legamento, a cui si frammischiano pure i tendini dei muscoli del basso ventre.

(1) Weitbrecht, tav. XVI, *m, m;* tav. XVII, *l, m.* — Langenbeck, tavola XI, fig. 9, 4; 10, 9.

(2) Weitbrecht, tav. X, fig. 37, *i.* — Langenbeck, tav. XI, fig. 7, 6.

(3) Weitbrecht, tav. X, fig. 37, *k, l.*

(4) Weitbrecht, tav. XVII, fig. 52 *c.*

(5) Bonn, in *Verhadlingen te Rotterdam*, t. III, 1777, p. 251; tav. II, III, IV. — Langenbeck, tav. XI, fig. 10, 12, 1. — Mohrenheim *(Entbindungskunst*, Pietroburgo, 1791) ne distingue ancora un *ligamentum arcuatum ossium pubis*. Questo legamento arcuato passa sotto la sinfisi da un pube all'altro, e dee riguardarsi come un legamento a parte che contribuisce essenzialmente a fortificare la congiunzione dei due ossi.

Non è raro nelle donne che periscono in un parto anche facile (1), che si trovi nel mezzo di questa sinfisi un vero escavamento a pareti ora rugose ora lisce, di cui restano alcune tracce al di dietro anche in alcune donne attempate che hanno avuto figli.

Questo legamento è più largo e più molle, ma meno alto nelle donne che negli uomini. Si ammollisce e si rallenta verso l'epoca del parto (2).

10.° *Membrana otturatrice (membrana obturatoria)* (3).

Si attacca agli orli taglienti del foro di cui porta il nome. La sua lamina interna è liscia e formata di fibre trasversali, l'esterna presenta diversi strati di fibre assumenti direzioni diverse. Si prolunga in giù lungo il ramo discendente del pube, come pure indirizza alcune fibre sino alla capsula dell'articolazione cosso-femorale. Non solo è sparsa di piccoli fori, ma altresì prendendo le sue due lamine una direzione obbliqua l'una relativamente all'altra, lascia all'angolo superiore del foro otturatore, cioè al più vicino della cavità cotiloide, una specie di canale prismatico obbliquo pel passaggio di vasi sanguigni e linfatici e di un nervo. Vi si attaccano i muscoli otturatori esterno ed interno.

11.° *Legamenti sacro-iliaci vaghi (ligamenta accessoria vaga postica ossis sacri s. sacro-iliaca vaga)* (4).

Qua e là si osservano nel periostio della parte posteriore del sacro alcune fibre tendinose, simili a quelle che sono pur tese innanzi agli otto fori sacri.

12.° *Legamenti sacri-coccigei (ligamenta ossium coccygis s. sacro-coccygia)* (5).

Dalla parte posteriore del sacro partono alcune fibre tendinose diritte ed assai lunghe, che discendono nel coccige; i corni del primo coccigeo si annettono pure a quelli dol sacro mediante legamenti particolari corti, ma forti. Si può dare a questi diversi legamenti il nome di *sacro-coccigei posteriori*. Non solo essi uniscono il sacro al coccige ed i pezzi coccigei l'uno all'altro, ma impediscono ancora al coccige di portarsi troppo innanzi. Inoltre il coccige è unito al sacro, ed i suoi proprii pezzi lo sono insieme mediante cartilagini assolutamente simili ai dischi cartilaginosi che esistono fra i pezzi del rimanente della colonna spinale. Talvolta legamenti analo-

(1) Soemmerring trovò anche una leggera cavità in mezzo a questo legamento in un giovine.

(2) Soemmerring vide più volte questo legamento ammollito dopo parti facili in donne che avevano d'altronde una pelvi non stretta e che soccombevano poche ore dopo il parto, fra le altre in una che avea dato alla luce due gemelli, e che un'emorragia fece perire. Secondo Tenon *(Mem. dell'Istitut.* t. XI, p. 147), la sinfisi pubica si compone in ambedue i sessi o d'una sola cartilagine congiungente le due facce pubiche, o di due cartilagini avvolte da un apparecchio legamentoso più notabile in giù che in su. Il caso più comune per altro è il secondo nelle donne, qualunque sia la loro età. Lo spazio compreso fra le due cartilagini riempito da un liquido, è talvolta sì piccolo che non sembra se non una semplice fessura sul taglio della sinfisi; ma talora ha fino ad una linea e mezza, ed anche subito dopo il parto fino ad un dito trasversale di larghezza. Solo in dietro si osserva un intervallo incompiuto. Questa cartilagine (o piuttosto questa doppia cartilagine) non perde mai la propria consistenza, non diventa mai più molle o più densa; il rammollimento che talora vi si osserva nelle donne che hanno partorito, deriva dalla presenza di due cartilagini, e dall'allungamento ed assottigliamento dell'apparecchio legamentoso. D'altronde l'allargamento della sinfisi pubica non è proprio delle sole donne; viene osservato anche talvolta in alcuni uomini e durante la vita.

(3) Weitbrecht, tavole XVII e XVIII, fig. 18, 19. — Langenbeck, tavola XI, fig. 7, *s*; fig. 13.

(4) Weitbrecht, tav. XVI, fig. 51. — Langenbeck, tav. XI, fig. 8, 3.

(5) Weitbrecht, tav. XVI, fig. 57, *p*. — Langenbeck, tav. XI, fig. 7, 3; 8, 4.

gli situati all'interno si estendono dal sacro non solo al primo pezzo coccigeo, ma anche ai seguenti, e talora anche da uno di questi all'altro: possono chiamarsi *legamenti sacro-coccigei anteriori.*

Considerazioni sulla pelvi in generale.

La *pelvi (pelvis)* (1), che risulta di sette ossi; del sacro dei quattro coccigei e dei due cosciali, forma una cavità affatto aperta in su, interrotta in giù, e le cui pareti sono presso a poco invariabili, tranne dal lato del coccige. Oltre alcuni muscoli ed un po' di grasso, essa contiene una parte dell'intestino tenue, il retto, la vescica orinaria, gli organi genitali interni, i grossi nervi ed i grossi vasi dei membri inferiori, finalmente molti linfatici colle loro glandole.

All'esterno essa è rotonda e più larga in su che in giù; è più lunga dai due lati che non in avanti ed in dietro per le tuberosità sciatiche. Nello stare in piedi poggia sul punto più grosso della parte iliaca dell'osso cosciale; nella posizione del sedere poggia sulle tuberosità sciatiche.

La pelvi intera è mobile tanto sulle vertebre lombari quanto sulle cosce. La mobilità dei tre grandi ossi, gli uni sugli altri, de' quali essa si compone, cioè il sacro ed i cosciali, è assai poco notabile, perchè, i legamenti cartilaginosi che uniscono questi ossi insieme sono strettissimi, e non si rallentano che nella gravidanza o nel parto.

La cresta che comincia al promontorio si estende da ciascun lato sugli ossi innominati diventando più acuta, e si confonde in avanti con quella del lato opposto nella riunione dei pubi: porta il nome di *linea innominata*, o *ileo-pettinea* (*linea innominata, terminalis s. ileo-pectinata)*. Essa stabilisce una linea di separazione manifestissima tra la grande e la piccola pelvi, e rappresenta eziandio il margine superiore di quest'ultima.

La gran pelvi si compone per così dire, di due valvole leggermente concave, fra le quali sporgono le ultime vertebre e colle quali continua inferiormente la piccola pelvi. Gl'intestini ai quali queste valvole sono destinate a servire di sostegno, non possono adunque esercitare compressione immediata sugli altri visceri pelvici. Il contorno dell'orlo superiore o lo *stretto superiore (apertura pelvis superior)* di una piccola pelvi ben conformata, può essere ovale rotondo o triangolare.

Le pareti della cavità collocata sotto questo stretto sono lisce e coperte qua e là di fibre carnose nello stato fresco. La posteriore si compone del sacro; le laterali, destra e sinistra, lisce ed inclinate in avanti nello stare in piede risultano dall'ilio e dall'ischio; l'anteriore è costituita dai pubi. Lo stretto superiore ha una direzione obbliqua; guarda in su ed in avanti; l'inferiore invece è rivolta in giù ed in dietro. Il promontorio si trova assai più elevato della sinfisi pubica. Questa sinfisi è situata obbliquamente d'avanti in dietro; il suo lembo superiore guarda in avanti e l'inferiore in dietro. In giù il lembo alquanto incavato del pube forma un angolo rotondo chiamato *arco pelvico (arcus ossium pubis)*. Il contorno dello stretto inferiore si estende dall'ultimo osso coccigeo alla sinfisi pubica lungo il legamento sacro-sciatico, dalla branca anteriore dell'ischio e la branca discendente del pube: quest'apertura è ovale nello stato fresco. Il maggior suo diametro si estende trasversalmente da una tuberosità sciatica all'altra. Dopo la disseccazione

(1) Creve, *Vom Baue des reiblichen Beckens* Lipsia, 1794, in-4. con 9 tavole.— Naegele, *dei principali vizii di conformazione della pelvi, e specialmente del restringimento obbliquo*, tradotto dal tedesco, con aggiunte di A.-D. Danyau Parigi, 1840, in-8. con 16 tavole. — Moreau, *Trattato pratico dei parti*, tav. 2, 3, 4 5.— Si trovano nelle Tavole osteologiche di Langenbeck buone figure di pelvi d'uomo e di donna.

diventa cordiforme per la retrazione dei legamenti. Quando si sono conservati i legamenti, la grande incavatura sciatica compresa tra il sacro e l'osso cosciale apparisce sotto la forma di foro triangolare ad angoli rotondi, ma più grande che non il foro ovale dell'osso innominato. Questo foro dà passaggio al nervo sciatico, all'arteria ed alla vena ischiatiche ed al muscolo piriforme.

I diametri della cavità pelvica e dei suoi stretti sono soggetti a notabili variazioni, la conoscenza delle quali interessa principalmente l'arte ostetrica. Nel fanciullo la pelvi è sì stretta che la vescica medesima non trova dove riporvisi: non si osserva nemmeno allora alcuna differenza tra i sessi, mentre essa è evidentissima nell'età adulta. Sembra che il diametro della pelvi della donna diventa realmente un po' maggiore dopo ripetuti parti per l'enfiamento dei legamenti.

La tavola seguente dà l'indicazione approssimativa delle dimensioni medie dei diametri della pelvi negli adulti ben conformati (1).

STRETTO SUPERIORE O ADDOMINALE	UOMO.		DONNA.	
	poll.	lin.	poll.	lin.
Diametro antero posteriore o sacro-pubico *(conjugata)*	4	6	4	3
Diametro trasverso o bis-iliaco	5	»	4	10
Diametro obbliquo	4	8	4	6
CAVITÀ PELVICA.				
Diametro diritto	4	6	4	4
Diametro trasverso	4	6	4	4
STRETTO INFERIORE O PERINEALE.				
Diametro diritto antero-posteriore o cocci-pubico	3	6	3	9
Diametro trasversale o bis-ischiatico	3	6	4	»
Angolo della sinfisi pubica	75	grad.	95	grad.

Si chiama *inclinazione della pelvi (inclinatio pelvis)* la direzione che prende questa cassa relativamente ad un piano orizzontale su cui è poggiata. L'angolo che ne risulta non è il medesimo in tutti gl'individui, ma non sembra assai differire nei due sessi. Viene determinato giusta il diametro antero-posteriore dei due stretti ed il loro rapporto col piano orizzontale. L'inclinazione dello stretto superiore è termine medio, di 60 a 65 gradi; quella dell'inferiore di 12 a 16. I moderni han riconosciuto mediante esatte misure che essa è più forte che una volta non si credeva (2). Nonostante la mobilità della pelvi e la diversità della sua inclinazione secondo gl'individui, questa resta sempre la medesima in un individuo qualunque, nella stazione.

(1) Le dimensioni variano sì di frequente da tre linee fino a sei linee, che una indicazione minuziosa, quale la si trova in varii scritti, sembra affatto inutile.

(2) Antichi osservatori valutarono troppo scarsamente (talvolta per la metà) l'inclinazione della pelvi. Così Osiander dice l'angolo di 30 gradi, Levret di 35, Kluge di 45, mentre, giusta le misure precise di Naegele esso è di 60 gradi, termine medio nelle donne, e secondo i due Weber 63 a 64 nell'uomo e nella donna. L'angolo dello stretto inferiore col suolo orizzontale è di 11 gradi secondo Naegele, di 10 secondo Weber (termine medio). Ecco perchè le antiche figure dello scheletro, anche quella d'Albino sono false in quanto concerne la direzione ddlla pelvi.

CAPITOLO VII.

LEGAMENTI DEI MEMBRI INFERIORI.

1. *Legamenti dell'anca.*

1.° *Cercine cotiloideo (ligamentum labri cartilaginei transversale internum et externum)* (1).

L'orlo della cavità cotiloide dell'osso degl'ilei è circondato da una massa che lo prolunga e che tiene il mezzo tra il legamento e la cartilagine. Questa massa sporge massimamente in su ed in fuori. Allorchè giunge per su e per giù all'incavatura dell'orlo della cavità, diventa interamente legamentosa, e non solo riempie l'incavatura in guisa da cancellarla, ma invia pure un prolungamento nel corno inferiore; lascia per altro un foro per cui passano dei vasi. All'esterno questo cercine è coperto da due o tre linguette obblique *(ligamentum labri cartilaginei transversale externum)*, che vengono dalla membrana del foro otturatore, e discendono obbliquamente verso il corno opposto dell'incavatura cotiloide, incrociando le fibre del legamento precedente (2).

2.° *Legamento capsulare della testa del femore (membrana capsularis femoris)* (3).

Questa capsula la più grande e la più forte di tutte quelle del corpo, è coperta tutta intorno da varii muscoli ad essa uniti mollemente anzichè no, in avanti dal l'iliaco e dal psoas; al di dentro dal pettineo e dall'otturatore esterno; al di dietro dall'otturatore esterno dall'otturatore interno dal quadrato della coscia dal piriforme e dai gemelli; al di fuori dal piccolo gluteo che vi si attiene più degli altri. Deriva circolarmente tanto dalla parte ossea quanto dal prolungamento cartilaginoso dell'orlo della cavità cotiloide, ma in tal guisa però che il margine tagliente della cartilagine resta libero nella cavità. All'esterno ascende fino all'angolo inferiore della cresta iliaca; internamente s'inserisce intorno al margine tagliente del lembo cartilaginoso. Circonda interamente la testa ed il collo del femore, e si attacca anteriormente alla linea scabra compresa fra i trocanteri, quasi fino al gran trocantere medesimo: in dietro non discende sì giù come la linea estesa da un trocantere all'altro; è dunque più lunga in avanti e più corta al gran trocantere. La maggiore grossezza di questa membrana corrisponde in avanti ove la coprono i muscoli iliaco e psoas; la sua parte più sottile è nel collo, ove poggia sovr'essa il muscolo quadrato della coscia. Qua e là è fortificata da prolungamenti dell'aponeurosi esterna della coscia, che penetrano fra i muscoli otturatore esterno pettineo iliaco e psoas, retto della coscia e piccolo gluteo, lo è pure dalla parte del tendine del muscolo retto della coscia che s'inserisce alla cavità cotiloide, e che giungendo a quest'ultima passa trasversalmente sopra di essa. La sua membrana interna che è liscia, forma diverse pieghe, e nel punto in cui si ripiega sulla testa dell'osso sembra es-

(1) WEITBRECHT, tav. XVIII, fig. 54-55 (l'interno); fig. 55, *c*, *e* (l'esterno). — LANGENBECK, tav. XIV.

(2) L'anello elastico che circonda la cavità cotiloide passa senza interruzione sull'incisura di quest'ultima. Il suo margine esterno inchiude solidamente la testa del femore, ed impedisce a guisa d'una valvola che le membrane esterne penetrino nell'interno della cavità.

(3) WEITBRECHT, tav. XVIII, fig. 56. — LANGENBECK, tav. XIV, fig. 13, 1.

sere composta di fibre circolari (1). Le sue fibre esterne sono assai più lunghe delle interne.

5.° *Legamento rotondo della testa del femore (ligamentum teres capitis femoris)* (2).

Questo legamento che unisce la testa del femore colla cavità cotiloide, assume nel fondo di questa la forma di piramide triangolare. La base del lato interno, quello che tocca la testa del femore, si fissa sul legamento interno della cavità cotiloide. Quella del lato superiore che tocca la cavità viene dalla estremità del margine inferiore del corno superiore. Esso rotondeggia avvicinandosi alla testa del femore. La membrana lubrica spiegata alla sua superficie forma diverse pieghe che diventano più lunghe dal lato dell'inserzione, ammettono del grasso articolare fra le loro laminette, e contengono pure alcune fibre legamentose *(ligamenta massae adiposae)* (3).

II. *Legamenti della gamba.*

1.° *Legamento laterale interno del ginocchio (ligamentum laterale internum genu)* (4).

Questo legamento si estende obbliquamente dal condilo interno del femore al lato interno della tibia. È rotondo e più stretto in sù, più sottile e più largo in giù, e coperto dal dilatamento del sartorio dal tenue interno dal semitendinoso ed anche dal vasto interno. In dietro è fortificato da una linguetta che si attacca alla aartilagine semilunare interna.

2.° *Legamento laterale esterno del ginocchio (ligamentum laterale externum)* (5).

È un forte cordone rotondo situato fra il condilo esterno del femore ed il peroneo. Si attacca ad un tubercolo del femore ad esso comune col tendine del muscolo popliteo. Nel suo tragitto si unisce nel modo più intimo colla cartilagine falciforme e colla capsula articolare.

Oltre questo legamento a cui si dà l'epiteto di *lungo*, ve ne è un altro corto, situato dietro di esso, fra la parte più profonda del condilo dell'omero e la sommi-

(1) Tal differenza di grossezza ed in generale tutta la disposizione della membrana capsulare sono notabilissime. I due Weber riguardano con ragione le fibre circolari come un legamento anellare particolare *(zona orbicularis)*, collocato sotto la membrana capsulare, e comportantesi come il legamento anellare della testa del radio; soltanto non è sì distinto come quest'ultimo dalla membrana. Infatti la massa legamentosa si divide all'orlo della superficie della testa del femore; parte delle fibre forma due fascetti che si portano innanzi ed indietro, intorno al femore, in guisa che ne risulta una linguetta semicircolare nascente dalla spina iliaca anteriore ed inferiore e ritornantevi. I due Weber considerano la parte superiore e più grossa della membrana capsulare come un legamento superiore: questo legamento è triangolare, e la sua sommità nasce dalla parte superiore dell'orlo della cavità cotiloide. Insieme al legamento rotondo esso limita l'adduzione della coscia, mentre il resto della membrana capsulare limita la estensione dell'articolazione cosso-femorale.

(2) Weitbrecht, tav. XVIII, fig. 56. — Th. Schwencke, *Haematologia*, Lahaye, 1743, in-8 (figura del legamento in una donna di ventidue anni). — Langenbeck, tav. XIV, fig. 14, 15, 44.

(3) Risulta da ciò che non rimane alcun vuoto nell'articolazione; quello che lascia il legamento rotondo è riempiuto dal grasso articolare. Il legamento rotondo non serve come si pretende, a fissare il femore della cavità cotiloide, ma soltanto a limitare i suoi movimenti.

(4) Weitbrecht, tav. XIX, fig. 58, *k*. — Langenbeck, tav. XIV, fig. 17, 13.

(5) Weitbrecht, tav. XIX, fig. 57, *c* (il lungo); tav. XX, fig. 59, *g* (il corto). — Langenbeck, tav. XIV, fig. 21, 7; fig. 17, 12.

tà del peroneo. Questo egualmente unito colla cartilagine semilunare e colla capsula articolare, non si attacca talvolta al femore, ma soltanto alla membrana capsulare sopra la cartilagine.

I legamenti laterali interno ed esterno uniscono il femore cogli ossi della gamba. Si tendono nella estensione della gamba, e si oppongono tanto alla sua pronazione quanto alla sua supinazione; si rallentano invece nella flessione e permettono allora questi due ultimi movimenti.

3.° *Capsula articolare (membrana capsularis genu)* (1).

La membrana propriemente detta della capsula articolare prende origine anteriormente ad un'altezza abbastanza notevole sopra la superficie articolare del femore. Nasce lateralmente dal centro dei condili di quest'osso ed in dietro dalla parte curva del lembo della superficie incrostata. Aderente cammin facendo alle cartilagini semilunari, discende a fissarsi su tutto il contorno scabro della estremità superiore della tibia, ricevendo ancora nel suo interno la rotella e una parte del suo tendine superiore ed inferiore. Questa membrana assai debole in dietro è fortificata non solo da fibre particolari che si portano irradiando dal condilo esterno del femore alla rotella (2) ma altresì dai tendini dei gemelli, del plantare tenue e del popliteo, poscia dai tre legamenti laterali già descritti, finalmente dall'aponeurosi crurale e dal dilatamento dei tendini del bicipite crurale, del vasto esterno e del vasto interno che si estendono sulla rotella e che si può anche giungere a distaccare. Lo è pure in dietro da una linguetta che discende obbliquamente dal condilo esterno del femore al tendine del muscolo semi-membranoso (3), la quale quando manca è sostituita da altre fibre talvolta incrociate, e serve all'inserzione dei gemelli e del plantare tenue. D'altronde la membrana di questa capsula articolare forma internamente varie duplicature più o meno cariche di grasso, specialmente una da ciascun lato della rotella (4), riunite da un prolungamento sotto quest'osso con quella del lato opposto che si perde per una piccola linguetta (5) nell'infossamento pel quale i due condili del femore sono separati l'un dall'altro (6).

4.° *Legamenti incrociati (ligamenta cruciata in poplite)* (7).

Inferiormente il femore è unito alla tibia mediante due forti legamenti che s'incrociano. L'anteriore viene dall'infossamento scavato fra i condili del femore, o nasce da tutta la parete del condilo esterno, ma più in dietro che in avanti e si attacca alla parte anteriore della spina della tibia. Il posteriore viene dalla parete del condilo interno, ma più in avanti e si porta alla parte posteriore della spina (8).

5.° *Legamenti delle cartilagini semilunari (ligamenta cartilaginum lunatarum s. falcatarum s. inter-articularium)* (9).

Le cartilagini semilunari non sono soltanto attaccate alla membrana capsulare

(1) Weitbrecht, tav. XIX, fig. 57. — Langenbeck, tav. XIV, fig. 16. 1.
(2) Fig. 57 *c*, *h*.
(3) Fig. 59, *h*.
(4) Fig, 60, *e*, *d*.
(5) Fig. 60, *c*.
(6) Weitbrecht li descrisse sotto i nomi di 1. *ligamentum alare minus*: 2. *ligamentum alare majus*; 3. *ligamentum mucosum s. appendix*. La membrana capsulare non fa che proteggere l'articolazione del ginocchio senza limitarne i movimenti.
(7) Weitbrecht, tav. XXI, fig. 61-62. — Langenbeck, tav. XIV, fig. 19.
(8) I fratelli Weber dimostrarono che i legamenti incrociati sono tesi parzialmente tanto nella flessione quanto nell'estensione; nella flessione o nell'estensione obbligano i condili del femore a girare sulla faccia della tibia, ed impediscono ad essi di spostarsi.
(9) Weitbrecht, tav. XXI, fig. 63. — Langenbeck, tav. XIV, fig. 20.

ed ai legamenti laterali dell'articolazione femoro-tibiale; le loro corna si connettono pure alla tibia al femore e fra di esse.

La cartilagine semilunare esterna somiglia ad un anello incompleto; ha quasi la stessa larghezza dappertutto; più grossa nel suo contorno va assottigliandosi verso il centro. Il suo corno anteriore si attacca alla fossetta ed alla parte inclinata della tuberosità esterna della tibia; il posteriore al legamento incrociato posteriore ed alla parte inclinata delle tuberosità esterna e posteriore.

La cartilagine semilunare interna ha la forma di mezza luna a corna acute, delle quali l'anteriore si fissa innanzi all'orlo della tibia, ed il posteriore nella fossetta posteriore.

Inoltre le due cartilagini si connettono ancora l'una all'altra nel lembo anteriore della tibia mediante un piccolo legamento trasversale (1), un prolungamento del quale accompagnato da una duplicatura della membrana interna, si perde in avanti nella piccola fossetta scavata fra i condili della tibia (2).

6.° *Legamento della testa della fibula (ligamentum capituli fibulae)* (3).

La membrana capsulare che circonda l'articolazione superiore della fibula e della tibia è frammista di alcune fibre tendinose paralelle obblique, che non offrono alcuna interruzione al di dietro, ma che in avanti si gettano talvolta sul tendine del muscolo bicipite crurale in guisa che questo giunge alla tibia orizzontalmente.

7.° *Legamento interosseo della gamba (membrana interossea cruris, septum longitudinale interosseum)* (4).

Come quello dell'antibraccio, si estende dal margine tagliente della tibia al lembo interno della fibula. Le fibre che lo costituiscono sono per la maggior parte obblique; altre però le incrociano, ed esse lasciano anche qua e là alcune aperture pel passaggio di vasi e di nervi. Questa membrana serve egualmente all'inserzione di fibre muscolari.

8.° *Legamento peroneo-tibiale superiore (ligamentum tibio-fibulare s. malleoli interni superius anticum et posticum)* (5).

Dall'estremità inferiore della tibia partono in avanti ed al di dietro de' forti fascetti fibrosi che discendono obbliquamente verso l'estremità inferiore della fibula; le fibre superiori sono più corte delle inferiori, le quali diventano a poco a poco sempre più lunghe.

9.° *Legamento peroneo-tibiale inferiore (ligamentum tibio-fibulare s. malleoli interni inferius anticum et posticum)* (6).

In avanti ed in dietro sotto i legamenti precedenti si vede una linguetta stretta staccarsi dall'estremità del lembo inferiore della tibia, e portarsi a quella della fibula o al malleolo esterno. Questa linguetta che prolunga il lembo delle superficie articolari della tibia e della fibula fa che queste superficie si applichino più esattamente a quella dell'astragalo.

(1) Weitbrecht, fig. 62, 63, *x*.

(2) Le cartilagini semilunari scorrono sulla tibia contemporaneamente ai condili del femore; servono a ripartire la pressione, a garantire l'articolazione da ogni scossa violenta, nello stesso tempo che a chiuderla ed a tenderla.

(3) Weitbrecht, tav. II, *b*; fig. 61, 62. — Langenbeck, tav. XIV, fig. 17, 17.

(4) Langenbeck, tav. XV, fig. 1.

(5) Weitbrecht, tav. XXII, fig. 64, *c* (l'anteriore); 65, *a* (il posteriore). — Langenbeck, tav. XV, fig. I, 15.

(6) Weitbrecht, tav. XXII, fig. 64, 66 (l'anteriore); 65, *c*; 66 *z* (il posteriore). — Langenbeck, tav. XV, fig. I, 16.

III. *Legamenti del piede.*

1.° *Legamento peroneo-calcaneo (ligamentum fibulae medium perpendiculare s. fibulare calcanei s. laterale externum)* (1).

Esso parte dalla fibula immediatamente sopra la sommità e giunge al lato esterno del calcagno. Questo legamento strettissimo serve non solo ad unire i due ossi l'uno con l'altro, ma anche a limitare la flessione dell'articolazione.

2.° *Legamenti peroneo-astragalei (ligamentum fibulae s. malleoli externi anterius et posterius)* (2).

L'anteriore di questi due legamenti discende obbliquamente dal lembo della fibula all'astragalo, passando fra il legamento tibio-fibulare inferiore ed il peroneo-calcaneo; serve ad unire insieme i due ossi ed a limitare l'estensione dell'articolazione del piede. Il posteriore viene da un piccolo infossamento della fibula, si porta quasi trasversalmente al lato posteriore dell'astragalo, invia talvolta obbliquamente alcune fibre al malleolo interno, e si compone di fibre unite insieme assai debolmente.

3.° *Legamento deltoideo* o *tibio-tarsico (ligamentum deltoides)* (3).

Viene da tutta la sommità del malleolo interno; le sue fibre spiegate a raggi s'inseriscono tanto nella piccola fossetta che si osserva sulla faccia interna dell'astragalo, quanto allo sporto ed alla faccia incrostata del calcagno, come pure alla convessità dello scafoide. I fascicoli fibrosi posteriori sono i più corti, ma i più grossi, gli anteriori i più lunghi, ma i più sottili. Esso ha una forma generale triangolare, presenta una incavatura pei tendini dei muscoli tibiale posteriore e lungo estensore delle dita del piede. Quando l'articolazione tibio-tarsica si estende, le fibre anteriori del legamento sono tese e le posteriori rallentate; il contrario avviene nella flessione.

4.° *Capsula dell'articolazione tibio-tarsica (membrana juncturae capsularis* (4).

Questa capsula è molle e non fortificata che dalle fibre incostanti delle quali si parlò in occasione del legamento peroneo-astragaleo, ammeno che non si considerino i tre legamenti precedenti ed il peroneo-astragaleo medesimo come destinati a rinforzarla.

5.° *Legamenti degli ossi del tarso (ligamenta ossium tarsi)* (5).

L'astragalo ed il calcagno si annettono l'uno all'altro, 1.° mediante una membrana capsulare (6) sottile in avanti ed in dietro, debole e munita di un'appendice; essa sparisce quasi al lato esterno a cagione del legamento peroneo-astragaleo, mentre al lato interno è solida e rigida, benchè senza fibre distinte, per resistere ai tendini del lungo flessore delle dita che passa sopra essa; 2.° mediante cinque o sei linguette legamentose che riempiono l'incavatura esistente al lato esterno fra i due ossi, prendono direzioni diverse, e sono alcune rotonde altre larghe; 3.° mediante una parte dalla forte guaina del tendine del lungo flessore del dito grosso. Non è dunque possibile alcun movimento fra i due ossi.

L'astragalo e lo scafoide si annettono insieme mediante la capsula sottile e

(1) Weitbrecht, tav. XXII, fig. 64, *e*. — Langenbeck, tav. XV, fig. 3, 2.
(2) Weitbrecht, tav. XXII, fig. 64, *f* (l'anteriore); fig. 65, *d* (il posteriore).— Langenbeck, tav. XV, fig. 1, 15 e 16. —Si può, con Langenbeck distinguere un legamento superiore ed uno inferiore.
(3) Weitbrecht, tav. XXII, fig. 67, *g*. — Langenbeck, tav. XI, fig. 4, 2.
(4) Weitbrecht, tav. XXII, fig. 64, 65. — Langenbeck, tav. XV, fig. 2.
(5) Langenbeck, tav. XV, fig. 2-5.
(6) Fig. 65, *g*.

lasca principalmente in su. Questa capsula è quivi fortificata da due legamenti, cioè 1.° uno superiore (1) che si reca dalla faccia superiore e rugosa del collo dello scafoide alla faccia superiore del corpo di quest'osso e spesso fino al secondo cuneiforme; 2.° uno inferiore (2), che è in qualche guisa un prolungamento dell'altro, si compone di fibre più corte e più deboli, e si estende dal resto della faccia superiore rugosa del collo dello scafoide sino alla parte interna della faccia superiore del corpo di quest'osso.

Il calcagno e lo scafoide sono uniti: 1.° in su o dal lato del collo del piede mediante un paio di legamenti l'uno superiore l'altro profondo (3). 2.° nel lato interno mediante una forte membrana che diventa tosto mobile e contribuisce a formare una carrucola *(trochlea cartilaginea)* (4) pel passaggio del tendine del muscolo tibiale posteriore; 3.° inferiormente o alla pianta del piede mediante due linguette obblique, l'una piatta e sottile (5), l'altra rotonda e grossa (6).

Il calcagno ed il cuboide sono solidissimamente uniti insieme non solo dalla capsula, ma: 1.° in su anche da due linguette superficiali ed un'altra profonda (7) che in parte s'incrociano; 2.° nel lato esterno da un legamento a fibre corte; 3.° inferiormente da un lungo e forte legamento (8) di dimensioni notabili, le cui fibre si estendono spesso più oltre del cuboide, da un altro legamento obbliquo più debole e più corto del precedente entro il quale si trova situato (9), e da un legamento romboidale teso al di sotto di quest'ultimo.

L'unione dello scafoide e del cuboide senza che questi due ossi si adattino l'uno all'altro per superficie articolari, avviene mediante tre legamenti: 1.° uno superficiale (10); 2.° una massa riempiente lo spazio che questo lascia fra sè ed il seguente; 3.° un legamento debole e rotondo, libero nel suo contorno (11).

I mezzi d'unione dello scafoide e dei tre cuneiformi sono: 1.° in su un legamento che si divide in tre parti per questi tre ultimi ossi (12); 2.° nel lato interno per un prolungamento del precedente che mette capo al gran cuneiforme (13); 3.° in giù quattro linguette provenienti dallo scafoide, delle quali due (14) largamente lontane l'una dall'altra si portano al gran cuneiforme, una terza (15) al secondo, ed una quarta lunga, intimamente unita col tendine del muscolo tibiale posteriore al terzo cuneiforme (16).

Il cuboide ed il terzo cuneiforme si congiungono insieme: 1.° in su mediante un legamento piatto ed a fibre corte; (17); in giù per quattro linguette, una dritta va di dietro in avanti (18), e tre trasversali (19). Le tre prime si estendono negl'interstizii, e li riempiono.

I tre cuneiformi sono uniti insieme non solo dalla membrana capsulare, ma anche; 1.° superiormente o sul collo del piede da linguette legamentose corte e piatte che vanno dal primo al secondo e dal secondo al terzo; 2.° inferiormente alla pianta del piede da un legamento forte ma di fibre corte, che congiunge insieme

(1) Fig. 64, *k.*
(2) Fig. 67, *i.*
(3) Fig. 64, *l.*
(4) Fig. 67, *h.*
(5) Fig. 68, *b.*
(6) Fig. 68, *c.*
(7) Fig. 64, *m.*
(8) Fig. 68, 69, *d.*
(9) Fig. 68, *e.*
(10) Fig. 64, *p.*
(11) Fig. 69, *g.*
(12) Fig. 67, *a.*
(13) Fig. 67, *l.*
(14) Fig. 69, *l, m.*
(15) Fig. 69, *n.*
(16) Fig. 69, *k.*
(17) Fig. 64, *t.*
(18) Fig. 68, *g.*
(19) Fig. 68, *h, i, k.*

il primo ed il secondo cuneiforme di cui riempie l'interstizio (1); dal secondo al terzo si portano profondamente alcune fibre corte ma forti.

6.° *Legamenti fra gli ossi del tarso e del metatarso (ligamenta inter ossa tarsi et metatarsi)* (2).

L'*osso metatarso del dito grosso* si connette al primo cuneiforme per una membrana capsulare fortificata da due legamenti, cioè: 1.° sul collo del piede da un legamento piatto (3), alquanto più stretto nel cuneiforme che nel metatarsico; 2.° nella pianta del piede da un legamento che si estende irradiando dal primo di questi ossi al secondo (4).

L'*osso metatarsico del secondo dito* si congiunge dal lato del collo del piede non solo per la capsula articolare, ma altresì: 1.° per una linguetta obbliqua (5) nel primo cuneiforme; 2.° per una linguetta diritta (6) nel terzo; 3.° per una forte linguetta obbliqua (7) nel secondo; 4.° alla pianta del piede, nel primo cuneiforme per un legamento (8) che appartiene pure in parte al metatarsico seguente, e che si estende fino ad una certa profondità fra i due ossi; 5.° per un legamento diritto ed allungato (9) nel terzo cuneiforme.

L'*osso metatarsico del terzo dito* si congiunge dal lato del collo del piede: 1.° al secondo cuneiforme per una linguetta diritta (10); 2.° al cuboide per una linguetta obbliqua più lunga (11); 3.° dal lato della pianta del piede al cuboide per un legamento obbliquo comune ad esso ed al secondo metatarsico (12); 4.° dal lato interno al secondo cuneiforme per un legamento allungato (13) ed al terzo, per un altro (14), al cuboide per un legamento curvo (15), ed al terzo cuneiforme per un legamento diritto.

Il *quarto metatarsico* si congiunge dal lato del collo del piede, al cuboide per un legamento piatto (16) dal lato interno della pianta del piede, al terzo cuneiforme mediante un fortissimo legamento (17).

Il *quinto metatarsico* non si unisce al cuboide mediante fibre speciali ma solo per una membrana capsulare grossa e debole, che nella pianta del piede forma un canaletto pel muscolo lungo peroneo. Inoltre un legamento trasversale attraversando le parti tendinose del muscolo tibiale posteriore, le quali si attaccano al secondo ed al terzo metatarsico, si porta dal terzo cuneiforme a quest'osso (18).

7.° *Legamenti fra gli ossi metatarsici (ligamenta inter ossa metatarsi)*.

Le estremità anteriori dei quattro ossi metatarsici esterni sono uniti insieme dal lato del collo del piede: 1.° da tre sottili legamenti trasversali situati il primo tra il secondo ed il terzo osso del metatarso, il secondo fra il terzo ed il quarto, il terzo fra il quarto ed il quinto (19); 2.° da legamenti obbliqui più stretti e deboli (20). Il primo è situato fra il secondo ed il terzo metatarsico, in guisa che diretto obbliquamente in avanti s'inserisce al lato tibiale di quest'ultimo. Il secondo ed il terzo invece (21), la cui direzione è opposta, si trovano fra il terzo ed il quarto,

(1) Fig. 70, *d*.
(2) LANGENBECK, tav. XV, fig. 3 e 5.
(3) Fig 67, *n*.
(4) Fig. 68, *p*.
(5) Fig. 64, *k*.
(6) Fig. 64. *y*.
(7) Fig. 64, *z*.
(8) Fig. 64, *g*.
(9) Fig. 71, *b*.
(10) Fig. 64, *a*.
(11) Fig. 64, *B*.
(12) Fig. 69, *r*.
(13) Fig. 71, *c*.
(14) Fig. 71, *e*.
(15) Fig. 70, *h*.
(16) Fig, 64, *y*.
(17) Fig. 69, *s*.
(18) Fig. 69, *n*.
(19) Fig. 64, E.
(20) Fig. 64, F.
(21) *Ivi* *k*.

il quarto ed il quinto metatarsico. Dal lato della pianta del piede le estremità anteriori dei quattro ossi sono uniti: 1.° da tre piccoli legamenti alquanto obbliqui, più forti perchè riempiono gl'intervalli; il primo (1) situato fra il secondo ed il terzo metatarsico è il più corto, essendo questi due ossi vicinissimi l'uno all'altro; il secondo (2) fra il terzo ed il quarto metatarsico è più lungo; il terzo (3) fra il quarto ed il quinto metatarsico è forte ma debole e spesso doppio; 2.° da un legamento comune che si porta obbliquamente o quasi trasversalmente dal secondo metatarsico al quinto (4); e che cammin facendo si annette al terzo ed al quarto.

Le estremità digitali o le teste degli ossi del metatarso sono unite insieme da sottili legamenti trasversali assai più corti dei loro simili della mano. Il primo fra il metatarsico del dito grosso e quello del secondo, è un po' più largo di quelli che si trovano fra gli altri quattro ossi del metatarso.

8.° *Legamenti delle falangi delle dita del piede (connexio phalangum digitorum pedis cum metatarsi ossibus et inter se)* (5).

L'unione delle prime falangi cogli ossi del metatarso, di queste medesime falangi colle seconde, e di queste colle terze (o al dito grosso della prima colla terza), avviene mediante una membrana capsulare sottile in su e lateralmente, grossissima dal lato della pianta del piede, e quivi schiacciata in guisa da presentare la superficie d'una carrucola pei tendini dei flessori delle dita. La capsula che ritiene la prima falange del dito grosso col suo metatarsico racchiude due ossi sesamoidi notabili; quella che unisce la prima falange di questo medesimo dito coll'ultima ne offre pure uno piccolo nel mezzo della faccia plantare.

Considerazioni generali sulle articolazioni dei membri inferiori.

La parte inferiore del corpo (le gambe) porta il tronco precisamenta nella stessa guisa che questo porta la testa. Il tronco si trova in equilibrio sulle gambe come è la testa sopra di esso. È sostenuto da esse senza che i muscoli abbiano bisogno di ritenerlo, il che peraltro non avviene se non nella stazione diritta. Le gambe sono appoggi mobili che possono accorciarsi ed allungarsi; le articolazioni che vi si osservano permettono tutti i movimenti necessarii allo adempimento delle loro funzioni, ma interdicono tutti quelli che sarebbero superflui. Si debbono distinguere in ciascun membro inferiore quattro segmenti, la coscia, la gamba, il piede, e le dita; queste ultime come la parte più mobile del piede, hanno quasi sempre nella stazione e nel camminare delle funzioni interamente diverse da quelle del rimanente del piede. Un meccanismo dei più armoniosi si spiega nel modo particolare d'unione di questi quattro segmenti.

L'articolazione cosso-femorale è una noce in cui le superficie sferiche più belle e perfette entrano in contatto l'una coll'altra. Il semidiametro di queste sfere e la parte della loro superficie per cui entrano in contatto sono notabilissimi; l'estensione del semidiametro rese necessaria la presenza di un collo fortissimo affin di

(1) Fig. 68, *x*.
(2) *Ivi*. *y*.
(3) *Ivi*. *z*.
(4) Fig. 69, *x*.
(5) LANGENBECK, tav. XV, fig. 6 e 7.

congiungere la testa al rimanente dell'osso; quella della superficie di contatto garentisce la sicurezza e la precisione della situazione del tronco relativamente alla gamba. L'articolazione cosso-femorale è quella fra tutte che ha le superficie di contatto più estese, ed intanto è tale la sua mobilità che quando pende liberamente dal tronco oscilla come un pendolo, perchè le due superficie sferiche contigue hanno precisamente la grandezza richiesta perchè la pressione dell'aria atmosferica che agisce sulla gamba basti a portare quest'ultima e per conseguenza a mantenerla in equilibrio. Queste due superficie si applicano l'una all'altra così esattamente, anche quando pende il membro inferiore, che non può penetrare fra esse nè aria nè altro fluido qualunque (1). E tuttavia ad onta della loro estensione non avviene fra esse alcuno sfregamento, il che accadrebbe inevitabilmente se la gamba gravitasse con tutto il suo peso sulla pelvi; la pressione del membro inferiore sulla cavità cotiloide sparisce per effetto dell'aria che la solleva. L'aria gravita bensì sulla pelvi con egual forza; ma questa parte della pressione atmosferica è distrutta dall'altra gamba che sostiene la pelvi e tiene per conseguenza le due superficie articolari in contatto senza che si comprimano reciprocamente.

L'articolazione femoro-tibiale è disposta in tal guisa, che nell'estensione della gamba, quando cioè questa serve di appoggio e di sostegno, i movimenti degli ossi congiunti l'uno sull'altro sono assai più limitati che nella flessione: in questa infatti nell'azione dell'arrampicarsi ed in molte altre che si eseguiscono sedendo, la gamba ed il piede hanno una mobilità eguale a quella dell'antibraccio e della mano che lor diverrebbe nociva nel camminare. La disposizione particolare del ginocchio fa che il piede possegga come la mano per quella del gomito, la facoltà di mettersi in pronazione ed in supinazione; ma questa flessione non può effettuarsi nel membro inferiore se non quando questo si trova piegato, e nell'estensione il ginocchio è costrutto in guisa da opporvisi.

La gamba si congiunge al piede come la testa alla colonna vertebrale, per due articolazioni. La superiore fra esso e l'astragalo, è una cerniera il cui asse orizzontale si dirige da sinistra a destra, in guisa che quando la gamba è diritta ed il peso del corpo comprime le due superficie articolari, il membro non può che piegarsi innanzi ed indietro. L'inferiore fra l'astragalo ed il resto del piede ha il suo asse orizzontale formante quasi un angolo retto col precedente, che si dirige cioè d'avanti in dietro, in guisa che permette al membro di rivolgersi da un lato all'altro sul piede. Così mediante due articolazioni la gamba, e con essa tutto il corpo, può muoversi in ogni direzione sul piede nello stato di riposo, mentre ciascuna di esse ha la solidità di un articolazione ridotta ad una sola direzione.

Le dita non sono atte come il resto del piede a portare il peso del corpo onde non può l'uomo drizzarsi sulla cima delle falangi, ma solo sulle estremità anteriori degli ossi del metatarso. Le falangi servono a mantenere allora l'equilibrio, e siccome sono formate di molti ossi riuniti da articolazioni mobilissime, possono adattarsi alla configurazione del suolo in tutte le posizioni del piede.

(1) I fratelli Weber hanno provato con esperienze ingegnosissime, delle quali si leggeranno i ragguagli nel libro terzo, che la pressione dell'aria atmosferica è quella che ritiene la testa del femore nella cavità cotiloide, e mette la gamba in equilibrio coll'anca.

LIBRO TERZO

MECCANICA DELLA LOCOMOZIONE NELL'UOMO.

INTRODUZIONE.

§ I. Dovunque i fisici sono giunti a riconoscere il vero uso di certe parti del corpo dell'uomo o degli animali, ed a scoprire il modo con cui agiscono, acquistarono pure la convinzione che la natura adoperò i mezzi più atti a condurla allo scopo a cui voleva giungere. Considerando l'occhio umano Eulero fu indotto a pensare che fosse possibile costruire cannocchiali acromatici, vale a dire non dispersivi, della luce, ed in tal guisa a procurare a questi stromenti di ottica un grado di perfezione che Newton credeva incompatibile colla natura della luce e dei corpi refrangenti: Dallond giunse a realizzare questa imitazione dell'occhio umano nel telescopio. Sicuramente la conoscenza profonda del corpo dell'uomo e degli animali condurrebbe ad altre scoperte non meno importanti per la scienza che utili per le arti e l'industria. Quella massimamente del meccanismo per cui l'uomo e gli animali si muovono sarebbe idonea a fare sperare un tale risultato, giacchè la locomozione è appunto una delle più importanti azioni dell'organismo, e tra le funzioni non se ne trova alcun'altra a cui tanti organi sieno consacrati, l'esercizio della quale metta in azione una parte sì notabile del corpo. Esaminando le cose da vicino, restiamo tosto convinti che furono adoperati i mezzi più efficaci a fin di procurare un movimento energico e rapido consumando il meno possibile di forza muscolare, che questo movimento è possibile qualunque sieno l'inclinazione e la natura del suolo, che infinite circostanze possono modificarlo, e che sempre lo scopo è ottenuto coi mezzi i più semplici. Pertanto il camminare è sì facile per l'uomo, che ei può sopportarlo più a lungo che non la stazione. I suoi membri sono sì favorevolmente disposti a tal uopo che, come dimostrarono le esperienze, niuno degli altri usi a cui li applica come l'azione di girare un manubrio, non potrebbe produrre un risultato tanto notabile.

Per lunga pezza non si conobbero macchine che potessero muoversi sul suolo per una forza loro propria, e comunicare il loro moto ad altri corpi; non si adoperavano allora che gli organi di cui la natura provvide a tale scopo l'uomo e gli animali. Oggidì abbiamo le macchine a vapore che si muovono con forza e velocità, senza aver bisogno di essere trascinate da animali. Ma queste macchine non possono servire che su vie piane solide ed orizzontali o presso a poco tali (come le ruotaie delle strade di ferro), e basta un'inclinazione un po' sensibile della via per oppor loro insuperabili ostacoli. In un suolo molle, le ruote s'incastrano invece di

girare sulla superficie. Gli animali invece e l'uomo massimamente, non sono interamente arrestati nè dalla mollezza o ineguaglianza del suolo, nè dalla rapidità colla quale il terreno sale e discende. Non vi è alcun modo di traslazione di un peso sulla superficie della terra in cui sieno stati meglio evitati i funesti effetti dello sfregamento e dello scuotimento come nel camminare e nella corsa; nessuno che permetta sì facilmente cangiare la direzione, secondo la quale si effettua il movimento; nessuno finalmente in cui gli strumenti si adattino con tanta facilità agli ostacoli diversi che bisogna superare. Si può dunque credere che quando il meccanismo del camminare sarà ben conosciuto, se ne potranno ricavare notabili vantaggi per l'invenzione di macchine locomotive capaci di servire in certe contrade ove le nostre vetture ordinarie non potrebbero adoperarsi, e dove l'uomo deve ricorrere all'uso degli animali. Si giunga a dimostrare, come noi crediamo poter fare, che il camminare e la corsa sono un moto talmente meccanico e talmente suscettibile di essere anticipatamente calcolato, che niuno sforzo speciale della volontà si richiede per mettere in azione l'uno dopo l'altro, e nell'ordine voluto, gli strumenti atti a compierlo, e tosto per recare un esempio, si concepisce senza sforzo la possibilità d'una macchina mossa dal vapore, e procedente su due, quattro o sei gambe. S'immaginino sostegni capaci d'accorciarsi e d'allungarsi quindi nuovamente con gran forza come fanno le gambe dell'uomo, come sarebbe il caso fra gli altri di un tubo donde un corpo di tromba verrebbe scacciato dal vapore, e si avrà la speranza di giungere allo scopo. Non crediamo tuttavia sia giunto il tempo di pensare all'esecuzione di macchine progredienti mediante un camminare artificiale, giacchè le nostre cognizioni sono ancora troppo limitate sotto questo rapporto. Ma è già soggetto di soddisfazione lo sperare che un giorno l'uomo potrà immaginare macchine di tal genere, e costruirle sopra una scala abbastanza grande purchè non sieno arrestate nè dai deserti nè dai fiumi (1). Nei nostri paesi, ove non mancano le strade aperte, e dove le ruote possono servire quasi dappertutto, tali macchine non avrebbero per sè sole alcun'utilità giacchè sarebbe assurdo voler rinunziare ai notabili vantaggi che procura la ruota pel trasporto dei pesi allorchè le strade sono buone; ma si comprende come potrebbero con vantaggio essere associate alle nostre vetture ordinarie.

§ 2. Determinando con esattezza quel che avviene nel camminare e nella corsa, misurando massimamente la maggiore o minore inclinazione in avanti che prende il tronco secondo la velocità del cammino e della corsa, ed indicando infine precisamente le attitudini che assumono i membri nei diversi tempi d'un passo, si possono procurare agli artisti alcuni dati, ai quali non giungerebbero sì di leggieri colle proprie osservazioni. Infatti le situazioni delle varie parti del corpo cangiano troppo rapidamente durante il cammino e la corsa, perchè tutte le circostanze che vi si riferiscono possano imprimersi perfettamente nella memoria in un solo istante; si richieggono, perciò certi strumenti e certi metodi indiretti che non sono a portata dell'artista; bisogna saper giudicare e calcolare le particolarità meccaniche della velocità del movimento, del suo acceleramento e della sua ripartizione sui diversi membri. Quando la scienza ha perfettamente determinate in anticipazione le situazioni del tronco e dei membri che coincidono insieme nel cammino e nella corsa, il disegno delineato giusta le sue indicazioni, fa sull'uomo straniero all'arte

(1) Il meccanismo del camminare fu sinora conosciuto sì poco, che fra i tanti automi rappresentanti uomini o animali che camminano o corrono, non si trova pur uno in cui le gambe sieno realmente la causa del movimento.

un'impressione che non tarda a convincerlo della verità: giacchè riesce più facile dimostrare la posizione del tronco e dei membri richiesta per adempire uno scopo qualunque, che non lo scoprirla. Avviene di ciò come della prospettiva, la quale torna di tanto soccorso agli artisti, principalmente nelle immagini architettoniche. Non si dica bastare un retto senso a dirigere il pittore; questo non è sempre vero in quanto concerne la prospettiva; giacchè se esistono realmente alcuni artisti di rara capacità che colgono tosto la verità, la scienza ha per oggetto lo insegnare e rendere accessibile allo studio quel che senza essa non può essere veduto che dal genio. Ma se durante il cammino e la corsa non si rappresentano distintamente, perchè passano troppo presto, le posizioni del tronco e dei membri che si effettuano simultaneamente, l'artista anche il più capace manca di ciò che solo potrebbe metterlo in grado di cogliere senza l'aiuto della scienza i veri rapporti che deve conoscere. Se la prospettivà dà le apparenze della verità alle immagini rappresentanti distanze e situazioni di corpi, la teoria del camminare e della corsa dee produrre lo stesso effetto riguardo a quelle che dipingono i movimenti della vita. Niuno ignora a qual punto la diversità del carattere si manifesti mediante quella dell'andamento, lento o rapido, facile o grave, sciolto o misurato, e via discorrendo. Molte osservazioni che ci fornisce la natura sotto questo rapporto non furono messe sufficientemente a profitto dagli artisti.

Speriamo che gli artisti approfitteranno pure d'alcune delle ricerche anatomiche in quest'opera esposte. Quando si vuol apprendere a rappresentare graficamente il corpo umano nelle sue diverse attitudini, bisogna conoscere la situazione dei punti sui quali si rivolgono gli ossi come di quelli intorno ai quali si eseguono i movimenti delle varie parti del braccio e della gamba. Questi assi non corrispondono per lo più alle articolazioni medesime, ma cadono a poca distanza da esse, ora al di sopra ora al di sotto. Noi abbiamo cercato di determinarne la situazione, e questa determinazione ci permise di rappresentare mediante disegni fittizii, i cambiamenti più semplici a cui va soggetta la situazione dei membri durante il cammino. I punti segnati su questi disegni mostrano la situazione degli assi.

Finora si ebbero idee inesatte relativamente all'inclinazione della pelvi nell'uomo che sta in piede. Non conosciamo pure una figura di scheletro in cui sia espressa la vera situazione di questa parte del corpo. Si può dire che gli artisti disegnarono l'uomo in piedi con maggior esattezza che non i notomisti lo scheletro egualmente ritto; i primi doveano dunque, allorchè rappresentavano un'azione qualunque, imparare a dimenticare il fallo commesso dai secondi. La causa di tal errore deriva da questo, che dopo la morte riesce difficile dare al tronco la posizione che prende nell'uomo vivente che sta ritto. Per preservarsene si richiedevano osservazioni e misure eseguite con molta cura, le quali non furono intraprese che in questi ultimi tempi, e che noi ci siamo studiati di rendere compiute. Un antico errore, dietro il quale una parte del pube avea ricevuto il nome di orizzontale e l'altra di discendente, mentre nell'uomo ritto entrambe sono inclinate presso a poco allo stesso grado, si propagò talmente mediante il linguaggio ricevuto che nessuno avea mai dubitato dell'esattezza delle espressioni consacrate, e quindi avviene che tutti gli scheletri sono rappresentati con una pelvi troppo poco inclinata, che la curvatura della colonna vertebrale è pur essa inesattamente rappresentata. Per ottenere un'immagine di quest'ultima che fosse conforme alla natura, abbiamo posto il tronco in gesso mentre le ossa erano ancora mantenute nella loro situazione naturale da muscoli e da legamenti, il che doveva avere per risultato che tutte conservassero invariabilmente la medesima situazione. Poscia il masso di gesso colla colonna vertebrale che rinchiudeva, fu segato nel mezzo dall'alto in basso, e diviso

così in due metà laterali, una delle quali fu quindi adoperata a guisa delle tavole in legno, per ottenere una prova tipografica. La tavola VIII rappresenta uno di questi tagli. È inutile dire d'altronde che la curvatura della colonna vertebrale non è la medesima in tutti gl' individui.

§ 3. La teoria del camminare può tornare anche di qualche utilità alle scienze militari. Noi diamo delle tavole, dalle quali si vedrà come la lunghezza dei passi cresce col loro numero in un dato tempo, e questo pure in guisa, che può essere anticipatamente determinata con certezza, qual è la lunghezza più naturale dei passi ad ogni grado di velocità del cammino d'uomini aventi gambe lunghe o corte, qual misura per conseguenza si deve prescrivere allorchè si tratti di percorrere uno spazio determinato in certo corso di tempo; finalmente come il calcolo delle distanze pel cammino diventi assai più sicuro allorchè si riguardi la misura che l'uomo serba camminando.

Ma l'utilità che può la scienza ricavare dalla meccanica degli organi della locomozione ha maggior importanza ancora che non quella di cui questa stessa meccanica può essere nelle sue applicazioni alla pratica. Una spiegazione meccanica e concordante coll'osservazione degli atti che l'uomo compie a sua insaputa in modo sì perfettamente armonico, ha qualche cosa che assai sorprende la mente. Ma la conoscenza delle condizioni sotto le quali il camminare e la corsa sono possibili, rende ragione di certe disposizioni del corpo umano, alle quali i fisiologi non aveano sinora posta attenzione.

§ 4. Il camminare ed il correre sono movimenti che dipendono in gran parte dalla libera volontà dell'uomo, e dall'azione dei suoi muscoli da quella provocata. Tuttavia la nostra coscienza non ne dice quello che facciamo per camminare, e qual successione di movimenti avviene allora nel nostro corpo. Sappiamo solo che vogliamo andare con maggiore o minore velocità, recarci in tale o tal altro luogo, senza aver la coscienza delle minute particolarità che si riferiscono alla nostra velocità medesima, o all'uso che facciamo dei nostri membri. Molto meno ancora sappiamo quali sieno i nervi ed i muscoli che mettiamo in azione allorchè ci proponiamo di muovere un membro. È dunque impossibile che impariamo a conoscere ciò che accade nel cammino e nella corsa, cercando unicamente di formarci un'idea distinta di ciò che esiste nella nostra coscienza; abbiamo bisogno perciò di osservazioni e di esperienze fatte tanto su noi quanto sugli altri questo appunto costituisce la parte dell'opera nostra a cui diamo il titolo di *ricerche esperimentali*.

Vi sono due maniere di giungere ad una cognizione esatta del cammino e della corsa.

1.° Si studia colla massima cura la macchina del corpo applicata a questi movimenti, e si cerca con esperienze sul cadavere di scoprire in qual modo essa agisca; giacchè basta spesso conoscere la disposizione di una macchina per comprenderne lo scopo ed il modo di azione.

2.° Si osserva attentamente ciò che colpisce la vista nell'atto del camminare, ed a tal uopo si fanno sul vivente delle esperienze, mediante le quali si comprova la successione dei movimenti necessarii per camminare: si determina col soccorso d'un oriolo la durata di questi varii movimenti, e finalmente si misura con precisione lo spazio percorso. Queste ricerche esigono tanta maggior cura, in quanto nell'uomo vivente sono pochissimi gli altri movimenti che derivano tanto da forze esteriori, e che eseguendosi con uniformità senza essere assai modificati dall'influenza della volontà o da altre azioni vitali, si prestino a considerazioni puramente fisiche ed a misure rigorose.

Altra parte dell' opera nostra è quella in cui stabiliamo una teoria del camminare. Seguendo, come abbiamo visto, la via dell' esperienza, ci troviamo condotti ad alcune idee determinate sul legame di causalità che unisce i fenomeni da noi osservati, e giungiamo in tal guisa a scoprire le basi d' una spiegazione razionale dei movimenti che si effettuano nel camminare. Queste idee di causalità acquistate col soccorso dell' esperienza, non devono per verità essere riguardate che come ipotesi, il che d' altronde è il caso delle idee fondamentali di ogni teoria; ma combinandole l' una coll' altra, e ricavando dal loro complesso conclusioni che si accordano coll' esperienza, tanto sotto il rapporto del tempo quanto sotto quello dello spazio, cerchiamo di stabilire sul terreno solido della certezza quelle idee prima esposte in modo puramente ipotetico.

Siccome il numero delle ricerche speciali collocate l' una dopo l' altra potrebbe far perdere di vista il complesso della nostra opera ed i risultati che ne derivano, crediamo utile porre in cima delle tre parti che la costituiscono un' esposizione generale di tutto ciò che esercita qualche influenza sui movimenti progressivi del cammino e della corsa nell' uomo; le prove verranno in seguito nelle due parti che seguono.

Per terminare daremo un sunto dei lavori intrapresi da altri autori affinchè si possa confrontarli coi nostri.

PARTE PRIMA

CONSIDERAZIONI GENERALE SUL CAMMINARE E SULLA CORSA.

CAPITOLO PRIMO.

DISPOSIZIONI DEL CORPO UMANO CHE SI RIFERISCONO AL CAMMINARE ED ALLA CORSA

§ 5. *Divisione del corpo in porzione che deve essere portata nel camminare ed in porzione che porta.*

Per istudiare più esattamente il modo con cui le parti del corpo umano agiscono nel camminare e nel correre, le divideremo in due categorie: 1.° quelle che devono essere portate innanzi, il tronco, con la testa e le braccia; 2.° quelle che sostengono le precedenti facendole progredire, le due gambe. Le une e le altre sono rappresentate nella tavola I. Ci avverrà spesso in progresso di sostituire allo scheletro compiuto rappresentato da questa tavola, immagini più semplici e che sembrano più atte a far ben distinguere le principali parti del suo meccanismo: daremo l' immagine delle parti dello scheletro osseo che formano la base della macchina umana ambulante, e sopprimeremo quelle che, come gli archi delle vertebre, le coste, le omoplate e via discorrendo, non esercitano alcun' azione avente immediati rapporti col meccanismo del camminare. La colonna vertebrale e le estremità di molte ossa saranno allora disegnate come se fossero state segate per lungo; perchè procedendo in tal guisa vi si forma una idea molto più esatta della curvatura delle superficie articolari, della situazione delle articolazioni e dei loro assi di torsione.

§ 6. *Connessione mobilissima del tronco colle gambe.*

Come possiamo tenere in bilico una bacchetta poggiata sulla nostra mano ed inclinata all' innanzi, avanzando la mano con velocità adattata, nella direzione secondo la quale questa bacchetta tende a cadere, così durante il camminare il tronco si mantiene in equilibrio sull' estremità superiore sferica del femore, perchè si avanza la gamba in guisa che essa sostenga sempre il tronco; soltanto qui le gambe si alternano l' una coll' altra in tal modo che mentre l' una di esse sostiene il corpo mantenuto in equilibrio, l' altra si trova sospesa al tronco e trascinata con essa in avanti.

Le due parti principali del tronco che abbiamo distinte l' una dalla altra, il tronco e le gambe, sono per tal motivo unite insieme mobilissimamente. La parte ossea inferiore del tronco, la pelvi, offre infatti da ciascun lato un infossamento liscio e lubricato da un umore viscoso che rappresenta un segmento di sfera cava, e che

chiamasi cavità cotiloide (*acetabulum*). A queste due cavità lisce della pelvi si adattano le estremità superiori sferiche egualmente lisce dello scheletro osseo delle due gambe, le teste dei due femori. La tavola II, che rappresenta una pelvi ridotta delle metà, offre le teste dei due femori le quali furono segate dall'alto al basso e che sono incastrate nelle loro cavità cotiloidi. La parte anteriore della pelvi e dei due femori fu tolta con un colpo di sega passante verticalmente attraverso le due articolazioni, dimodochè si può vedere come le teste dei femori sono collocate nelle loro cavità cotiloidi (1). Mediante questa disposizione che ha qualche analogia con quella che chiamasi noce in meccanica, le gambe sono talmente mobili sul tronco, ed il tronco lo è talmente sulle gambe, che non si giunge di leggieri in un cadavere che abbia passato il periodo della rigidezza cadaverica, a dare al tronco sostenuto sulle gambe una situazione verticale siffatta che resti in piedi senza appoggio; giacchè la gran mobilità di cui parliamo fa si che esso cada assai facilmente, non per verità all' indietro ma all' innanzi (1). Durante la vita il tronco è mantenuto in equilibrio dai muscoli che s' estendono da esso alle gambe, e che possono accorciarsi, per conseguenza tendersi a nostro talento. L' unione del tronco colle gambe è costituita in tal guisa che permette alla gamba di avvicinarsi al tronco, o al tronco di avvicinarsi alla gamba, quanto più è possibile, nella direzione dall' innanzi all' indietro. Daremo nella seconda parte una descrizione minuta di quest' articolazione e dei legamenti che vi si vedono.

§ 7. *Le gambe possono oscillare sul tronco come un pendolo.*

Quando il corpo è sostenuto da una gamba sopra una base elevata, l'altra gamba può, in virtù della gran mobilità di cui si è parlato oscillare a guisa di pendolo. Questa oscillazione di una gamba può anche avvenire allorchè, stando in piedi coll' altra sopra un suolo piano, si pieghi abbastanza la prima purchè non tocchi il terreno, al che basta una flessione debolissima. I muscoli non devono agire che pochissimo in questo moto oscillatorio : basta che la gamba sia di tratto in tratto alquanto accelerata dalla loro azione, e del resto il membro non ha d' uopo che d' essere abbandonato al moto provocato in esso dalla gravità. La gamba oscilla allora da sè, ed in ciascun individuo per un corso di tempo che è quasi sempre il medesimo, per quanto differente sia l' arco descritto dal membro. La durata di queste oscillazioni dipende, come quella delle oscillazioni di un pendolo, dalla lunghezza della gamba e dal modo con cui la massa di quest' ultima è ripartita: in quelli che hanno le gambe corte, per esempio nei fanciulli, le oscillazioni sono più rapide; sono più lente invece negl' individui di gambe lunghe ; ma in uno stesso uomo il loro numero in un dato tempo , per esempio un minuto, è sempre il medesimo per quanto spesso ed a qualunque epoca si ripeta l'esperienza , sieno o no scorsi degli anni fra la prima e l'ultima , purchè nell' intervallo le gambe non abbiano cangiata lunghezza, come pel crescimento accade nei fanciulli. L'attenzione dal canto nostro non è necessaria perchè avvenga questo moto oscillatorio. Il numero delle oscillazioni in un dato tempo non cangia neppure quando ci affatichiamo. Si può anche sopra un cadavere provocare il moto oscillatorio della gamba imprimendo a questa un urto, purchè la rigidezza determinata dalla tensione cadaverica sia svanita, o si

(1) Si vede, t. IX, fig. 2, una rappresentazione più esatta della forma della testa del femore e della cavità cotiloide. La testa fu segata verticalmente dall' innanzi all' indietro pel mezzo, ed il taglio fu applicato sulla carta. Non è dunque da temere qui che la curvatura delle due parti sia stata alterata dall' artista, essendo la figura l' impronta dell' oggetto stesso, poichè la tipografia può adoperare il taglio pel pezzo osseo come per una tavola in legno. È inutile dire doversi far astrazione dalle piccole imperfezioni dei contorni dipendenti dall' azione della sega.

abbia avuta cura di tagliare i muscoli irrigiditi. Per verità l'arco descritto diminuisce allora rapidissimamente; ma il grado di tensione, che persiste ancora nei muscoli, non cangia che pochissimo la durata dell'oscillazione. Da tutte queste circostanze risulta chiaro che la durata uniforme delle oscillazioni dipende dal peso, senzachè la nostra volontà in nulla influisce a tale riguardo. È questa una proprietà importantissima delle gambe, in virtù della quale i passi possono succedersi con tale regolarità da eccitare la nostra ammirazione, poichè essa si manifesta nel fanciullo come nell'adulto, nell'uomo mancante d'ogni senso della misura come in quello in cui tal senso è sviluppato.

Da ciò si riconosce la grande utilità di una disposizione stabilita dalla natura, in virtù della quale può la gamba pendente girare quasi senza sfregamento nella cavità cotiloide; giacchè lo sfregamento renderebbe assai difficoltose le oscillazioni, se la testa del femore fosse applicata con tutto il peso della gamba sulla cavità cotiloide e sulla sua capsula. Ma noi dimostreremo nella seconda parte che ciò non accade: la testa del femore è ritenuta dalla pressione atmosferica nella cavità cotiloide ermeticamente chiusa, o in altri termini, il peso della gamba fa equilibrio alla pressione che l'aria atmosferica esercita dal basso all'alto su questo membro. La gamba è dunque portata dalla stessa forza che solleva il mercurio nel tubo del barometro.

§ 8. *Le gambe sono appoggi che possono allungarsi ed accorciarsi notabilmente.*

La cosa più importante nella disposizione delle gambe si è che esse possono piegarsi a zigzag, per conseguenza accorciarsi, e che quindi sono capaci di allungarsi di nuovo per l'estensione dei punti piegati. Lo scheletro della gamba è rappresentato (tav. XII, fig. 3) in 18 nella maggior estensione, in 4 nella maggior flessione che comporti durante il modo di progressione a cui si riferisce la figura.

Si riconosce facilmente, nelle figure 4 5 e 3, che la gamba si compone di tre pezzi principali uniti da articolazioni, la *coscia* (*ab*), la *gamba* (*bc*) ed il *piede* (*cd*). Quest'ultimo si compone esso pure d'una porzione posteriore (*ce*), quasi immobile nelle sue suddivisioni, e d'una porzione anteriore mobile, le *dita*. La porzione posteriore, *ce*, del piede ha la forma d'un arco osseo composto di parecchi pezzi quasi immobili, arco che, nella stazione, non tocca il suolo che colla sua estremità più anteriore e la sua estremità più posteriore, cioè posteriormente in *c* col tallone, anteriormente in *e* colle estremità degli ossi del metatarso (ciocchè si può vedere eziandio sullo scheletro della tavola I).

All'accorciamento ed all'allungamento della gamba servono principalmente due articolazioni: 1.° l'articolazione *b* che la coscia forma colla gamba al ginocchio; quivi il lato convesso è rivolto all'innanzi, il lato concavo all'indietro, e le due porzioni del membro articolate insieme non possono estendersi che rettilineamente, non possono essere condotte a tal situazione da formare allo innanzi un angolo rientrante. 2.° L'articolazione *c* è quella che la gamba forma col piede; qui il lato concavo è anteriormente, ed il lato convesso posteriormente, dimodochè la disposizione è inversa da quella dell'altra articolazione. Questa articolazione differisce ancora essenzialmente dalla precedente in quanto le due parti congiunte insieme, la gamba ed il piede, non possono nemmeno estendersi in linea retta, e nella loro situazione normale o naturale formano insieme un angolo retto. A queste due articolazioni, dalle quali principalmente dipendono l'allungamento e l'accorciamento della gamba nel camminare, convien ancora aggiungere la terza articolazione *e*, formata da due parti del piede, cioè dalle dita da un lato e dal resto del piede dall'altro. Nel camminare e nel correre, il dito grosso forma col rimanente del piede ora una linea retta, ora un arco, la concavità del quale è rivolta all'insù, la convessità all'ingiù. Allorchè la

gamba stesa nel ginocchio e l'articolazione del piede d'un uomo che sta, non come si dice volgarmente sulla punta del piede, ma sulle estremità anteriori degli ossi del metatarso , allorchè dico questa gamba si piega , e quindi si accorcia, si produce al ginocchio in *b*, un angolo che diviene a poco a poco sempre più acuto , e l'angolo in *c*, fra la gamba ed il piede, diminuisce nella stessa proporzione. Accade il contrario, come di leggieri si comprende , allorchè la gamba piegata si estende di nuovo. Il maggior allungamento d'una gamba, che era stata quanto più è possibile accorciata , si vede nelle figure 4 e 5 rappresentanti queste due situazioni estreme in modo conforme alla natura, e dalle quali si riconosce ascender esso a circa nove quinti della lunghezza del membro, cioè che la lunghezza della gamba allungata è a quella della gamba accorciata:: 14;5. Ma sì notabile cangiamento di lunghezza della gamba non avviene mai realmente nel camminare e nel correre; non può anzi effettuarsi, almeno finchè la gamba poggia sul suolo. Discuteremo più diffusamente questo punto nella terza parte , e dimostreremo che nel camminare il maggiore accorciamento della gamba posata sul suolo corrisponde al momento in cui essa è verticale (1), momento in cui l'arco osseo costituente la parte posteriore del piede tocca il suolo colle due estremità, ed il centro della testa del femore si trova perpendicolarmente sopra il tallone. Nella situazione quanto più è possibile accorciata della gamba (rappresentata dalla fig.4), quest'effetto non avviene, ed una linea verticale che passi pel centro della testa del femore cade dietro il calcagno , quando il tallone tocca il suolo, dimodochè la gamba ha una situazione inclinata dal basso all'alto o dall' innanzi all' indietro. Per giungere alla verticale essa dev'essere un poco estesa anche in grado abbastanza notabile, come rappresenta la figura 6 o la figura 3 (4). Allora soltanto essa acquista una situazione verticale , ed in questa situazione comporta il maggior accorciamento che possa avvenire nel camminare. L' allungamento che essa può quindi acquistare per l'estensione non giunge che a due noni della sua lunghezza, vale a dire la lunghezza della gamba stesa (dalla testa del femore sino al tallone) è a quella della gamba accorciata: : 11: 9. È vero che , nel camminare sulle estremità anteriori degli ossi del metatarso e nel correre , il tallone non tocca il suolo durante la situazione verticale della gamba, ma è collocato immediatamente al disopra; quanto al centro della testa del femore , esso deve allora, affinchè la gamba sia realmente verticale, giungere a collocarsi perpendicolarmente sopra l'estremità anteriore degli ossi del metatarso, per conseguenza recarsi ancora più innanzi. Le due circostanze riunite fanno sì che l'accorciamento della gamba ha quasi gli stessi limiti nel camminare sul tallone e nel camminare sulla punta del piede.

Allorchè la gamba si stende a poco a poco (come rappresenta la fig. 3 da 5 fino a 17), la sfera della testa del femore può muoversi in linea orizzontale, e quindi anche il tronco essere trasportato sopra il suolo senza accostarsi alla terra.

§ 9. *Allorchè nel camminare la gamba sostiene il tronco in una direzione obbligua, essa non porta soltanto parte del peso, come farebbe un sostegno inflessibile, ma lo porta intero colla forza, mediante la quale si allunga.*

Un sostegno inflessibile su cui un corpo poggia verticalmente (fig. 7), si oppone colla sua rigidezza alla caduta di questo corpo. Quando tale sostegno non è perpendicolare, ma obbliquo (fig. 8), non porta più il corpo se non in parte, cioè gl'impedisce di cadere in linea retta, ma gli permette di farlo descrivendo una curva dal lato verso cui esso inclina. Accade altrimenti nella gamba; giacchè la

(1) Intendiamo per situazione verticale della gamba quella, in cui la linea verticale, che passa pel centro della testa del femore, cade sul punto ove il piede fa sforzo contro il suolo.

gamba non sostiene il tronco unicamente finchè essa si trova nella verticale sotto di esso (come nel n. 4 della fig. 5), ma continua pure qualche tempo a portarlo intero e ad opporsi compiutamente alla sua caduta, quando anche prende una situazione obbliqua, poichè nello stesso tempo si allunga, come quando passa dalla situazione 5 alla situazione 17 (fig 3): infatti, benchè la direzione della gamba sia divenuta obbliqua, la parte superiore di questo membro rimane così sollevata sul suolo in 17 come in 5, perchè, come la gamba s'inclina, così si estende a poco a poco nelle articolazioni del ginocchio e del piede, staccandosi il tallone dal suolo. Quando più tale sostegno del tronco è piegato sopra sè stesso nella situazione verticale, tanto più si allunga quindi per l'estensione, e può impedire più lunga pezza al corpo di cadere.

§ 10. *Nel camminare le gambe portano il tronco non unicamente per la rigidezza delle loro ossa, ma in parte anche per la loro forma muscolare.*

Una vettura non è sempre portata dagli stessi appoggi: lo è da sostegni assai diversi, che sono riuniti insieme come raggi di ruota, e che si succedono costantemente nel loro officio, poichè non cessano d'esservene di nuovi che giungono alla situazione verticale, e per conseguenza ad esercitare una parte efficace. Il peso della vettura è portato interamente dalla rigidezza di tali sostegni finchè il cammino è orizzontale. La forza motrice disponibile non ha bisogno allora di concorrere a portarla, e può essere adoperata esclusivamente ad accelerare la vettura nella direzione orizzontale. Per verità se la vettura piega da un lato, è d'uopo anche in questo caso, che parte della forza disponibile serva a portare parte del peso. Ma le gambe sono disposte in guisa che quando anche si cammini sopra un piano orizzontale, il peso del corpo dev'essere ritenuto in parte dalla forza muscolare che produce l'allungamento della gamba servente d'appoggio. La gamba si compone bensì di più mezzi solidi, che possono sovrapporsi in linea verticale in guisa da sostenere e sè stessi ed il tronco colla loro rigidezza ma queste parti sono talmente mobili l'una sull'altra, che il minimo urto basta a farle uscire da questa situazione: quindi avviene che i muscoli devono sempre essere pronti a ricondurvele. Nel camminare e nel correre, questo caso, che le ossa sieno sovrapposte esattamente in linea verticale, non si trova mai; quando la gamba che serve d'appoggio giunge alla verticale le sue parti formano una linea spezzata, che non ha alcuna rigidezza per sè medesima nel suo complesso, e che non può acquistarne se non per una tensione adattata dei muscoli estensori. L'uomo, che non calcola i proprii mezzi di trasporto se non per vie praticabili, può spendere la sua forza disponibile con maggior economia; ma la natura assegna una sfera maggiore d'applicazione a ciò che essa crea; e le riesce meno possibile economizzare la forza, poichè essa ha scopi variatissimi da raggiungere con organi costrutti giusta un piano semplicissimo.

§ 11. *Sui muscoli che piegano ed estendono lo scheletro mobile della gamba.*

Da un osso all'altro si estendono, passando sulle articolazioni, alcuni muscoli, dei quali quelli che vanno lungo il lato convesso di queste ultime servono ad estendere o allungare la gamba, dacchè vengono ad accorciarsi conformemente agli ordini della nostra volontà. Ciascun muscolo si compone di una infinità di fibre, per la maggior parte parallele, ciascuna delle quali dee considerarsi come una macchina particolare, capace di produrre movimenti. Ogni fibra ha infatti la facoltà di accorciarsi, per un atto vitale che non ci è ancora ben noto. Tale accorciamento dipende da ciò che una fibra, la quale era sino allora diritta, si curva flessuosamente o a zigzag con gran forza. Nello stesso tempo che un fascetto di fibre muscolari si accorcia, diviene più grosso. La densità delle fibre non aumenta allora che pochissimo. Nella fig. 9, abbiamo indicati alcuni dei muscoli estensori con linee

piene; i muscoli invece che occupano il lato convesso, e la contrazione dei quali determina la flessione della gamba, lo sono con linee punteggiate, e non abbiamo avuto riguardo che a quelli fra i muscoli che non passano se non sopra una sola delle articolazioni del membro. I muscoli accorciandosi agiscono per la loro tensione o per la loro forza elastica vivente, giusta le medesime leggi di una corda elastica tesa. Perciò, l'accorciamento dei fascetti muscolari produrrà bensì un cangiamento nella situazione relativa delle parti, cioè i punti d'inserzione di ogni muscolo ai due segmenti del membro saranno tirati con egual forza nella direzione delle fibre muscolari, ma non risulterà da ciò alcun cangiamento nella situazione assoluta di tutta la gamba, in quella cioè del suo centro di gravità. La forza muscolare non potrebbe nemmeno far cangiare la situazione assoluta di tutto il corpo, cioè quella del suo centro di gravità, quando è liberamente sospeso. Se in vece il corpo intero non è libero, ed uno qualunque dei suoi membri sia fissato; se per esempio il piede posa sul suolo e vi si appoggia sopra col peso di tutto il corpo, allorchè i muscoli della gamba si accorciano, la parte della loro forza tensiva che agisce alla loro estremità inferiore, e che trarrebbe la gamba all' insù, è sollevata dal peso del corpo e dallo sfregamento contro il suolo. Perciò:

1.° Se i muscoli si accorciano al lato concavo α del ginocchio, non può risultarne che un movimento della coscia, che si accosta alla gamba, ciocchè sposta il centro di gravità di tutto il corpo. Se i muscoli del lato convesso β del ginocchio si accorciano, gravitano sul ginocchio medesimo e fanno sforzo per raddrizzarlo, perlochè la testa del femore ed il tallone cercano allontanarsi l' uno dall' altra. Dapoichè allora il tallone non potendo sfuggire per l'ingiù, a cagione del suolo, la testa del femore si muove sola verso l'insù, e solleva il tronco. Quando il movimento comunicato in tal guisa al tronco è abbastanza rapido perchè la pesantezza del corpo non possa sull'istante neutralizzarlo, come nel salto (in cui tutti i muscoli estensori della gamba uniscono la loro azione per allungare subitamente questo membro, e lo portano rapidissimamente dalla situazione fig. 5 alla situazione fig. 6), il corpo si stacca dal suolo con tutta la celerità da esso acquistata, e sale finchè il peso continuando ad agire, finisca col neutralizzare compiutamente questa celerità. Allorchè i muscoli estensori che passano sul lato convesso del ginocchio si accorciano, e nello stesso tempo gravitano alla loro parte media, in *b*, sul ginocchio (vale a dire sulle estremità contigue della coscia e della gamba), e lo sforzano a fuggire indietro, ne risulterebbe uno sfregamento fortissimo dei muscoli contro il ginocchio; perciò la natura ha quivi sostituite alle fibre carnose, molli e d' organizzazione delicata, fibre tendinose solidissime ed insensibili, ed inoltre à fatto passare questi tendini sopra una base ossea, la rotula *b*, che poggia sulle estremità dei due ossi, e scorre sovr' esse per mezzo d'una superficie assai liscia (1).

2.° I muscoli estensori e flessori si comportano nell'articolazione del piede, nella stessa guisa che in quella del ginocchio. Dal lato anteriore e dal lato posteriore della gamba partono fascetti carnosi che si recano in primo alla faccia anteriore o superiore del piede, gli altri alla sua faccia posteriore o inferiore, e che accorciandosi non tendono se non a cangiare (i primi a scemare, gli altri ad ingrandire) l' angolo dell' articolazione del piede. Quindi risulta che i due segmenti del membro si avvicinano e si allontanano l' uno dall' altro senza spostamento del centro di cavità. Ma quando una parte, per esempio il piede, si trova fissata sul suolo, l' accorciamento

(1) I muscoli flessori che abbiamo in vista e che non passano se non sul ginocchio, sono la testa corta del bicipite crurale ed il popliteo; gli estensori che non passano essi pure che sul ginocchio sono i due vasti ed il crurale.

di cui si tratta non fa muovere che l' altra parte, la gamba, e con essa tutto il rimanente del corpo.

3.° Finalmente alcuni fascetti muscolari si recano dalla parte posteriore del piede all' anteriore, alle dita, passando sopra le articolazioni che uniscono insieme le due parti, tanto sulla loro faccia superiore quanto sull' inferiore : quelli non fanno che scemare o ingrandire l' angolo che le due parti formano insieme; ma quando le dita poggiano sul suolo, e la parte posteriore del piede può sollevarsi o abbassarsi, operano uno spostamento tale del centro di gravità di tutto il corpo che, nonostante l' elevazione e l' abbassamento del tallone, questo centro resta sempre perpendicolare sulle dita.

Omettiamo qui i muscoli i quali, passando su due articolazioni, servono di estensori all' una e di flessori all'altra, perchè le loro funzioni sono meno semplici, e saranno discusse nella seconda parte.

CAPITOLO II.

DEL CAMMINARE.

ARTICOLO I.

MOVIMENTI CHE UNA GAMBA ESEGUISCE IN DUE PASSI SUCCESSIVI.

§ 12. *Nel camminare ciascuna gamba alternativamente poggia sul suolo ed è portata dal tronco da cui pende.*

È noto che nel camminare ambedue le gambe posano alternativamente sul suolo, possono servire a sostenere il corpo ed a portarlo innanzi, ma che esse non si sollevano alternativamente. Nell' ultimo tempo, quando la gamba non posa, pende dal tronco, ed è da esso portata, essendo quelli tra i suoi muscoli che l' uniscono al tronco in uno stato di rilascimento. Questo tempo comincia allorchè la gamba posteriore abbandona il suolo, e finisce allorchè questa medesima gamba si posa innanzi per servire d' appoggio al corpo. Tutto il tempo, durante il quale la gamba percorre i due stati successivi, per percorrerli quindi di nuovo, è quello di due passi successivi. Si può dunque dividere il tempo di due passi in due parti. Ma queste due parti non sono eguali nel camminare: quando le due gambe servono uniformemente, la prima parte quella nella quale la gamba si alza, è più lunga della seconda, durante la quale il membro resta sospeso al corpo, e la differenza riesce tanto maggiore quanto più lentamente si cammina. Quando più invece il camminare è celere, tanto più le due parti si accostano all' eguaglianza. Ma giammai nel camminare il tempo, nel quale la gamba si solleva, può essere più corto di quello, durante il quale resta portata dal corpo. Sotto questo rapporto, come vedremo più oltre quando tratteremo del correre, passa una differenza essenziale tra questa ed il camminare; giacchè nella corsa il tempo, nel quale la gamba si alza, non può mai essere lungo quanto quello, durante il quale il tronco la sostiene.

Per dare un' idea più chiara di queste parti di tempo, e rendere più sensibili le posizioni che una stessa gamba vi occupa in due passi successivi, la fig. 3 (tav. XII) rappresenta lo scheletro semplificato della gamba destra in ventotto situazioni successive ; la gamba ed il cammino che essa percorre sono dieci volte più piccoli che per natura. Il primo gruppo (1 a 18) rappresenta il tempo, nel quale la gamba destra si solleva ; il secondo (19 a 28), quello in cui è sospeso al tronco e da esso portata. I due gruppi presi insieme mostrano di quanto la testa del femore,

e con esso tutto il tronco indicato da una linea, si avanzano nel tempo di due passi. Si vede in questi due gruppi come durante la prima durata del tempo, la gamba (col tronco) si volge intorno alla sua estremità inferiore (estremità anteriore del metatarso) ; come pure, durante la seconda si volge intorno alla sua estremità superiore (la testa del femore) e del tronco ; come finalmente nella prima il tronco (colla testa del femore) si reca all'innanzi del piede, mentre invece nella seconda il piede riconduce il tronco colla testa del femore.

§ 13. *Nel camminare ciascuna gamba agisce in parte come appoggio che sostiene, in parte come appoggio che spinge innanzi.*

Trovandosi in un battello, si può, come ognuno sa, farlo progredire spingendo una pertica obbliqua appoggiata nel fondo dell' acqua che lo sostiene. Si cerca in tal guisa d'allungare la linea che la pertica obbliqua ed il corpo dell' uomo che gravita sopra formano tra il battello ed il fondo dell' acqua. Siccome il fondo che è solido non può fuggire, il battello mobile sull'acqua è obbligato a farlo. Le gambe agiscono camminando nella stessa guisa che la pertica del battelliere, ma esse hanno ancora un altro modo di azione. Il battello è portato dall' acqua, per conseguenza la pertica ed il braccio che procura di allungarla, non devono impedire a questo battello d' attuffarsi. All' opposto il corpo camminante è portato dalle gambe, nello stesso tempo che spinto da esse. Tuttavia una gamba, mentre è stesa fra il tronco ed il suolo, non adempie questi due officii al medesimo grado in tutti gl' istanti della durata di un passo. Finchè la parte della pianta del piede su cui poggia la gamba non è che perpendicolare al disotto, od anche all' innanzi della testa del femore, come nella figura 10 (4 a 6), la gamba non può spingere il corpo innanzi. All'opposto, se in questo caso essa si stendesse, lo spingerebbe all' indietro, o sospenderebbe il suo movimento all'innanzi, del che si approfitta pure quando si vuol fermarsi. Nel momento in cui questa parte della pianta del piede si trova perpendicolarmente sotto la testa del femore, la gamba non può che portare il tronco, ne potrebbe ancora dargli un impulso all' innanzi. Soltanto quando il tronco si trova più avanzato, ed in conseguenza la parte della pianta del piede su cui posa la gamba giunge a trovarsi come nella fig. 10 (12 a 14), dietro la linea verticale che passa per la testa del femore, questa gamba non si limita più a portare il tronco, ma lo spinge simultaneamente innanzi perchè fa allora sforzo tra esso ed il suolo, e lo spinge tanto più in questa direzione quanto essa stessa è collocata più indietro di questa parte della pianta del piede.

§ 14. *La gamba cangia due volte di forma mentre posa sul suolo.*

Purchè la gamba, finchè la parte del piede su cui poggia si trova all'innanzi d'una verticale che passa per la testa del femore, non opponga ostacolo al movimento del corpo all'innanzi, si piega, e non comincia a stendersi se non quando il tronco si è abbastanza avanzato perchè la porzione del piede che le serve di appoggio si trovi dietro la verticale attraversante la testa del femore. Essa cangia dunque di forma mentre poggia sul suolo. Dapprima infatti, dopo essersi posata, è un po' curva, e per ciò eziandio alquanto accorciata, come si può vedere sulla gamba sinistra, fig. 10 (4 a 7); ma quindi si estende, e perciò si allunga di molto, come dimostra sulla stessa gamba la fig. 10 (8 a 14 ed 1 a 3). Contemporaneamente al tronco, che si tiene in bilico sulla sua estremità superiore, essa si volge da dietro all'innanzi intorno alla sua estremità inferiore, e si raccorcia alquanto al principio di tale torsione, ma non tarda ad allungarsi di nuovo sino alla fine di questa. La figura 11 rappresenta, riavvicinati l'uno all'altro, i gruppi della figura precedente, e si può vedervi di quanto l'uomo che cammina si avanzi durante un passo semplice. Frattanto, perchè fosse possibile distinguere meglio ciascuna figura, si lascia-

rono da parte i n. 5, 6 e 7 che sono i più facili a compiersi, perchè le punte de piedi vi conservano la medesima situazione che nel n. 4.

§ 15. *L'allungamento della gamba, quando fa sforzo contro il suolo, avviene primieramente nell'articolazione del ginocchio e poscia in quella del piede.*

Se nella figura 3 si considera la gamba dal momento in cui comincia a gravitare sul suolo, cioè dal n. 5, si osserva che tutto il piede posa per qualche tempo a terra, mentre la coscia gira nell'articolazione del ginocchio in guisa che l'angolo del garretto diviene sempre più ottuso. La gamba si allunga dunque primieramente per l'estensione del ginocchio. In seguito, il piede si solleva a poco a poco dal suolo all'indietro, girando sulle estremità anteriori del metatarso e delle dita, ed allora l'angolo compreso fra il piede e la gamba diviene maggiore, ciocchè produce un nuovo allungamento notabile della gamba, che ha, in conseguenza, per causa l'estensione dell'articolazione del piede.

§ 16. *Primachè la gamba si allunghi quando posa sul suolo, il piede si stacca da questo con una parte o colla totalità della sua pianta, come fa una ruota che gira sulla terra.*

Mediante l'accorciamento e l'allungamento da noi descritti, una sola gamba (perchè essa avanzi il tronco fino a certa distanza, senza lasciarlo cadere) può sostituire gran parte di una ruota che fa avanzare una vettura mantenendola sempre alla stessa altezza. A tal effetto della gamba intera convien ancora aggiungere quello del piede, che, per sè solo, adempie pure l'officio di una piccola ruota, mentre la gamba e la coscia, prese insieme, si comportano come i raggi di questa ruota. Infatti, come, in una ruota che gira sul suolo, sono continuamente nuovi punti della sua circonferenza che si mettono a contatto con nuovi punti del terreno, in guisa che essa continua ad avanzare senza strascinare, così pure avviene tal effetto nel camminare per la pianta del piede: questa si stacca dal suolo, o si svolge, assolutamente come la ruota. Ma la porzione staccata non si solleva sull'istante, come accade a quella d'una ruota: essa cessa soltanto di poggiare sul suolo. L- svolgimento della pianta del piede non consiste adunque che in uno spostamento successivo del punto d'appoggio, che si trasporta dal tallone alla pianta. È noto che - in una ruota, lo svolgimento ha per utilità d'evitare lo sfregamento che risulterebbe dallo strascinare. Ma nel piede offre ancora un altro vantaggio, quello di permettere che i passi sieno notabilmente ingranditi. Si chiama lunghezza d'un pass- semplice la porzione di cammino che si estende dall'impronta d'un piede fino all'impronta che viene immediatamente dopo, o lo spazio, misurato nella direzione del cammino, che si trova compreso fra i due punti ove le due gambe hanno l'una dopo l'altra abbandonato il suolo. Siccome il piede anteriore poggia a terra col tallone, ma lascia finalmente il suolo colle dita, dopo essersi svolto in tutta la sua lunghezza, si concepisce come tale svolgimento accresca la lunghezza del passo, e l'aumenti di tutta la lunghezza del piede. Lo svolgimento della pianta del piede è dunque per noi un mezzo di fare passi più grandi, e, per conseguenza, ad eguaglianza di velocità del cammino, di farne meno in un dato tempo, ciocchè contribuisce molto alla comodità di tal genere di locomozione: ne saremmo privi se le nostre gambe fossero conformate come trampoli, che, posando e sollevandosi, toccano sempre il suolo colla stessa cima ed allo stesso punto, senza offrire alcuna superficie di sviluppo. Ma la pianta intera del piede non si svolge sul suolo in ogni specie di cammino. Quando si cammina, come si dice, sulla punta del piede, cioè sulle estremità anteriori degli ossi del metatarso, il tallone, o la parte posteriore della pianta del piede, non si mette per nulla in contatto col suolo su cui la gamba anteriore si posa colle estremità anteriori del metatarso: qui dunque questa parte posteriore della pianta del piede non

si stacca dal suolo, ma soltanto l'anteriore, dalla cima del metatarso fino a quella delle dita.

§ 17. *Successione de' movimenti della gamba mentre è sospesa al tronco, e, spinta dal suo peso, oscilla da dietro all' innanzi.*

La seconda parte dei movimenti che una gamba eseguisce nel tempo di due passi è quella durante la quale essa è sospesa al tronco, e trasportata con questo dall'altra gamba. Durante questa frazione di tempo, essa partecipa ai movimenti del tronco; ma ne ha ancora uno particolare, giacchè gira intorno alla sua estremità superiore, e, cacciata dal proprio peso, oscilla come pendolo da dietro all'innanzi. La figura 3 (19 a 28) rappresenta questa frazione intera di tempo. La distanza fra la testa del femore 19 e quella del femore 28, mostra qual'è l'estensione del movimento a cui la gamba partecipa col tronco, quando vi si trova sospesa ed è con esso trasportata. La distanza fra il piede 19 ed il piede 28 mostra, deducendone questa traslazione della testa del femore, di quanto il piede avanzi per questo movimento oscillatorio della gamba.

Mentrechè, sospesa al tronco, la gamba oscilla da dietro all' innanzi, come un pendolo, non conserva perfettamente la sua forma. Se restasse nello stato di estensione in cui si trova nel momento in cui lascia il suolo, urterebbe la terra e non potrebbe liberamente oscillare sotto il tronco: perciò essa si piega nel ginocchio, ed in tal guisa si accorcia. Abbiamo osservato in distanza, mediante un cannocchiale, la quantità di cui la gamba, dopo aver lasciato il suolo, si solleva sopra di esso, e l'abbiamo così misurata mentre l'individuo si avanzava nella direzione dello stromento. L'elevazione era di circa un nono della lunghezza della gamba; differisce di poco nel cammino lento e nel rapido. La gamba oscillante giunge adunque in tal guisa alle situazioni 19 a 28 della figura 3, e descrive gli archi d' oscillazione indicati dalle cime dei piedi, mentre il tronco, appoggiato sull' altra gamba, che sempre più si estende, percorre il cammino indicato dalle teste de' femori. Cangiamo inversamente la forma della gamba oscillante, allorchè giunge il momento in cui la sua oscillazione deve cessare, ed in cui essa dee nuovamente posarsi sul suolo: allunghiamo allora questo membro, estendendolo nel ginocchio, finchè tocchi la terra.

Sarebbe avvenuta perdita di forza muscolare se il movimento di torsione da dietro all' innanzi della gamba sospesa al tronco fosse stato operato dai muscoli. Giacchè, essendo le gambe, come abbiam veduto, unite al tronco mobilissimamente, e potendo oscillare sovr' esso a guisa di pendolo, il peso della gamba basta già solo per far avanzare, relativamente al tronco, la gamba rimasta indietro e sospesa al resto del corpo. Frattanto, i muscoli che l'uniscono al tronco cadono nell'inazione, e si rimettono dallo sforzo che hanno fatto, ciocchè li preserva più a lungo dalla stanchezza. Quindi avviene, per esempio, che il movimento del cammino dura più a lungo di tutti gli altri movimenti che esigono eguale spiegamento di forza, e può anzi prolungarsi senza fatica più che non la stazione nell' immobilità.

Il movimento della gamba pendente abbandonata al proprio peso è vincolato alle leggi che derivano dalla natura del peso, e, conformemente a queste leggi, la gamba, se non ne fosse impedita dall' apposizione sul suolo, ripeterebbe le sue oscillazioni come un pendolo, in tempi eguali, che potrebbero essere calcolati dalla lunghezza e dal peso delle sue parti. Ma benchè la gamba posi sul suolo prima di aver finita la sua oscillazione, tuttavia l'azione esclusiva del peso, che l'avea condotta fino a quel punto, favorisce singolarmente la ripetizione esatta dei passi in uno stesso corso di tempo; giacchè, senza aver bisogno di rivolgere l' attenzione sulle nostre gambe, possiamo essere certi che il membro percorre sempre ogni porzione data della sua corsa oscillante in un tempo eguale, e che quando sarà scorso certo periodo

di tempo dal principio della sua oscillazione, essa avrà sempre acquistata una certa posizione relativamente al resto del corpo. La disposizione, adunque, in virtù della quale la gamba sospesa al tronco oscilla da dietro all'innanzi, come pendolo, è utilissima perchè i passi possano succedersi con certa uniformità nella lunghezza della durata.

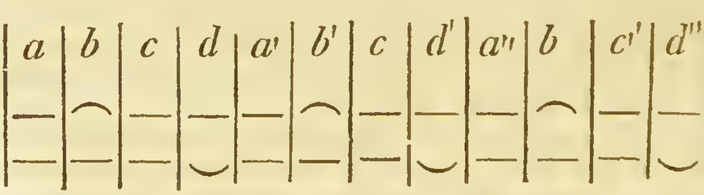
ARTICOLO II.

Movimenti della gamba destra e della gamba sinistra che si effettuano simultaneamente durante un passo.

§ 18. *In ogni passo che facciamo camminando, possiamo distinguere due tempi, uno più lungo, durante il quale il tronco non tocca il suolo che con una sola gamba e l' altro più corto, nel quale lo tocca con ambedue le gambe.*

Mentre una gamba è sospesa al tronco, ed oscilla da dietro all' innanzi come un pendolo, il tronco non è sostenuto che dall' altra gamba, Però i due stati, nei quali il tronco si trova portato o da una gamba o dall'altra, non si alternano, generalmente, in tal guisa che l'uno cominci al momento in cui l'altro finisce. Questo caso non avviene che nel cammino rapido quanto più è possibile, nel cammino che è prossimo a divenir corsa. In ogni altra maniera di camminare, vi ha fra questi due stati una transizione, un momento, nel quale ambedue le gambe sono in contatto col suolo. Questo momento comincia quando la gamba anteriore posa sul suolo, e finisce allorchè la gamba posteriore lascia il terreno. Nella sua durata, la gamba posteriore si solleva sulle dita. Nel cammino assai lento, dura presso a poco la metà del tempo, durante il quale il corpo posa sulle due gambe. Diviene tanto più corto, con quanto maggior velocità si cammina. Nella figura 3, che offre un cammino eseguito con velocità media, le figure 1 a 4 rappresentano il tempo, durante il quale le due gambe posano sul suolo. In simil caso, il rapporto del momento di cui si tratta a quello, nel quale non è appoggiata che una sola gamba è presso a poco di 4: 10. Si troverà nella terza parte, l' esposizione delle sperienze da noi fatte sul valore di questi due tempi.

Per dare un' idea del modo con cui i tempi, nei quali le due gambe posano sul suolo, alternano con quelli, nei quali questo caso non avviene, rappresenteremo con una linea curva il tempo, durante il quale una gamba si trova sospesa al tronco ed in istato d' oscillazione, con una linea retta quello durante, il quale una gamba posa sul suolo, colla serie superiore di linee i movimenti del piede sinistro, colla serie inferiore quelli del piede destro, e con linee verticali i limiti dei tempi nei qual il corpo è sostenuto dalle due gambe o da una sola.



Si vede qui primieramente un corto spazio di tempo *a*, nel quale il corpo è sostenuto da ambedue le gambe; poi ne viene uno più lungo *b*, nel quale la gamba sinistra è sospesa al corpo ed oscilla, mentre il piè destro continua a stare in contatto col suolo; quindi un secondo momento più corto *c*, in cui le due gambe posano di nuovo sul suolo; dopo che se ne osserva uno lungo *d*, durante il quale la gamba destra è sospesa al corpo ed oscilla, la sinistra sostenendo sola il tronco, e via discorrendo. Se ora si considera, in questa figura, ciò che una gamba fa suc-

cessivamente, si vede che ciascuna gamba è in contatto col suolo per certo corso di tempo, a cui ne succede uno più corto, durante il quale essa è sospesa al corpo ed oscilla liberamente nell'aria. Le due gambe si alternano insieme, in questi due stati, per tal guisa, che il tempo, nel quale la sinistra ondeggia nell'aria, cade simmetricamente in mezzo a quello in cui la destra è in contatto col suolo, e viceversa.

Questa situazione simultanea dei membri durante un passo è rappresentata, fig. 11, offrente l'immagine dello scheletro di un uomo che cammina, nella durata di un passo ed in dodici posizioni successive. La figura ed il cammino che percorre sono dieci volte più piccoli che in natura. Perchè le gambe si copronomeno, le figure furono rappresentate, nella fig. 10, ripartite in quattro gruppi, che è d'uopo, dietro a ciò, per formarsi un'idea della traslazione durante un passo, concepire vicini l'uno all' altro, come sono realmante nella fig. 12. Il gruppo 4 e 7 della figura 10 (1) rappresenta il tempo, nel quale il corpo è sostenuto dalle due gambe; gli altri, presi tutti insieme, rappresentano la situazione dei membri mentre il corpo è portato soltanto dalla gamba destra, e, per conseguenza, la sinistra è sospesa al tronco. Il secondo gruppo, 8 ad 11, rappresenta l'individuo che cammina nel tempo in cui la gamba destra, lasciato il suolo indietro, ed eseguendo la sua oscillazione, si trova ancora dietro la gamba sinistra che porta il corpo. Il terzo gruppo, 12 a 14, rappresenta il tempo, durante il quale la gamba destra oscillante oltrepassa la sinistra che porta il corpo. Finalmente il quarto gruppo, 1 a 3, rappresenta il tempo che precede l'istante in cui cessa l'oscillazione della gamba ondeggiante, perchè la persona che cammina posa questa gamba innanzi sul suolo.

ARTICOLO III.

FORZE CHE AGISCONO SUL TRONCO DURANTE IL CAMMINO.

§ 19. *Durante il cammino, il tronco si comporta come una verga sostenuta per la parte inferiore, inclinata all'innanzi, e che è trasportata da dietro all'innanzi.*

È impossibile muovere orizzontalmente, all'innanzi od all'indietro, senzachè cada, una bacchetta poggiata verticalmente sul dito; questa bacchetta deve piegare dal lato verso cui si vuol portarla, senza che mancherebbe una forza per metterla in movimento e mantenerla in questo movimento, ad onta della resistenza esteriore, per esempio, dell'aria. Una volta che si conosca la resistenza esteriore che la bacchetta comporta quando la si fa avanzare in un verso o nell'altro, non si dura fatica a calcolare l'inclinazione che essa deve avere giusta la velocità data dal dito, o la velocità che il dito deve avere in ragione dell'inclinazione della bacchetta. Il tronco sostenuto dalle teste dei femori si comporta come una simile bacchetta. Perciò, affinchè non cada nel cammino, il movimento delle coscie deve, come quello delle dita nella traslazione della bacchetta, essere diretto in guisa che le teste dei loro femori si avanzino orizzontalmente nella direzione verso cui piega l' estremità superiore del tronco. Noi diamo dunque al tronco, quando camminiamo, un' inclinazione tale che sia adattata al movimento delle teste dei femori all'innanzi, oppure, se vogliamo conservare certa inclinazione del corpo (che corrisponda ad una velocità determinata), misuriamo talmente i movimenti delle gambe, che le teste dei femori avanzino con velocità proporzionata a questa inclinazione. Si cammina più presto quando il corpo piega maggiormente innanzi, meno presto quando piega meno. In breve, nel

(1) Questi numeri corrispondono a quelli della fig. 11. Le fig. 1, 2 e 3, che sono le prime della fig. 11, formano qui l' ultimo gruppo.

cammino, si stabilisce tale accordo fra l'inclinazione del tronco ed il movimento delle gambe, che il tronco, mentre è trasportato, resta da sè in equilibrio, ad onta della sua mobilità sulle teste dei femori, che tutta la forza muscolare che sarebbe altrimenti necessaria per istabilire e conservare questo equilibrio, sia risparmiata, e che niun muscolo entri in azione per ottenere questo risultato. Pertanto si riconosce tosto, dalla parte a cui si piega il tronco di un uomo che cammina, qual'è la direzione che segue, e si calcola la velocità del suo cammino dal grado di quest'inclinazione.

§ 20. *Si può accrescere la velocità del cammino facendo che i passi succedansi più rapidamente, e dandò loro nello stesso tempo maggiore lunghezza.*

È degno d'interesse che le deduzioni teoriche e le esperienze sul cammino naturale abbiano dimostrato, le une e le altre, un incremento simultaneo della grandezza dei passi e del loro numero in un dato tempo. Quando minor tempo costa un passo, tanto più è grande. A primo guardare, si sarebbe tentato a presumere il contrario che un passo esiga tanto maggior tempo quanto più è lungo; ma ciò non accade.

§ 21. *Caratteri e condizioni del camminare lento e del rapido.*

Siamo in grado di assegnare parecchi caratteri diversi al cammino lento o rapido. Possiamo dire che, nel cammino rapido, il tronco s'inclina maggiormente, o che il tempo, durante il quale si posa sulle due gambe, è piccolissimo o nullo, o che i passi sono assai grandi o rapidissimi. Ma niuna di queste circostanze è considerata come la causa del cammino rapido; non ne sono tutte riguardate che come le conseguenze naturali. Se si domanda qual'sia la causa di tutti questi diversi effetti, o quali sieno i mezzi che l'uomo adopera onde accelerare il suo cammino, diremo che la condizione fondamentale di un cammino lento o rapido dipende dall'altezza a cui si portano le due teste dei femori sopra il suolo. Quanto più le teste dei femori sono portate alte sopra il suolo, tanto più si cammina lentamente; quanto più si abbassano, tanto più presto. Giacchè, secondo che le teste dei femori si allontanano o si avvicinano al suolo, ogni passo è più piccolo o più grande, perchè la gamba che dee nel cammino posare sul suolo non può allontanarsi che di poco dalla verticale quanto la sua estremità superiore (la testa del femore) è situata insù, mentre, nel caso opposto, può allontanarsene di molto. Ora, da tale allontanamento dipende la grandezza dei passi. Inoltre, quanto più le teste dei femori sono portate insù, più la gamba appoggiata s'inclina, più è grande l'accelerazione del corpo, minor bisogno hanno le gambe di restare in riposo, allorchè cacciate dal loro peso, debbano condurre il tronco, più la situazione della gamba durante l'appoggio è verticale, più è corto il tempo dell'appoggio sulle due gambe, meno finalmente la durata di un passo sorpassa la metà della durata di una vibrazione della gamba. In breve, conformemente alla nostra teoria, dalla altezza a cui si porta la testa del femore sopra il suolo dipendono, come altrettante conseguenze necessarie, tutte le differenze che esistono fra il cammino lento ed il cammino rapido.

Allorchè si portano, camminando, le teste dei femori molto insù, la gamba non può essere che poco piegata od accorciata nel momento in cui essa posa verticalmente sul suolo, e, per conseguenza, non può nemmeno allungarsi che poco in seguito allorchè fa sforzo: all'opposto, quando le teste dei femori sono portate giù durante il cammino, la gamba può essere assai piegata od accorciata nel momento della sua perpendicolarità sul suolo, e può quindi, allorchè fa sforzo, estendersi od allungarsi di molto. Si può dunque dire eziandio che la lentezza e la rapidità del cammino, e tutti i caratteri pei quali differiscono l'uno dall'altro, dipendono dall'estensione dall'accorciamento e dall'allungamento alternativi che una gamba comporta durante il cammino, o, per essere più esatto, dal grado di flessione della gamba nell'istante in cui poggia verticalmente sul suolo.

Ciascuno vede tosto che l'uomo, rappresentato ventinove volte nella fig, 12, cammina assai più presto che non quello della fig, 13. Infatti, la fig. 12 rappresenta un uomo che cammina, i cui passi hanno 700 millimetri, mentre la fig. 13 offre lo schizzo di un uomo, i passi del quale non hanno che 600 millimetri. Supponendo, ciocchè si appressima alla verità, che il primo faccia un passo in 0,35 secondo, ed il secondo in 0,422 secondo, il primo cammina con una velocità quasi doppia di quella del secondo. La maggior lunghezza dei passi nella fig. 12 non è possibile, come si vede facilmente, se non perchè il tronco è portato a minor distanza dal suolo dalle gambe piegate e dalle teste dei femori, giacchè soltanto questa circostanza può far sì che le gambe prendano alternativamente una direzione tanto inclinata quanto è quella della gamba posteriore nella fig. 12. Le due figure rappresentano il cammino sulle estremità anteriori degli ossi del metatarso, o, secondo l'espressione ricevuta, sulla cima del piede (come se non poggiasse mai sul suolo che un solo e medesimo punto della pianta), cammino in cui la lunghezza dei passi è assai minore che non quando l'intera pianta si stacca successivamente dal suolo. Adunque, in proporzione, la fig. 13 rappresenta già grandi passi; ma il passo rappresentato dalla fig. 12 è il maggiore che si possa fare, e che si effettua nel cammino sulla cima del piede. Nei passi più piccoli, come quelli della figura 13, la differenza d'altezza, benchè sempre esistente, colpisce meno lo sguardo.

§ 22. *Il numero dei passi, che un uomo che cammina fa in un dato tempo, o la loro durata, dipende primieramente dalla lunghezza della gamba sospesa al tronco ed oscillante da dietro all'innanzi, come pendolo, secondariamente dalla maggiore o minore prontezza con cui cessa quest'oscillamento per l'opposizione della gamba oscillante sul suolo.*

Quando la gamba è sospesa al tronco, è d'uopo sempre che essa sia accorciata, perchè il suolo non le impedisca di oscillare (v. § 17). Ora la gamba si accorcia più, per verità, nel cammino rapido che nel cammino lento: ma allora eziandio descrive un arco d'oscillazione assai maggiore: quindi avviene che la durata dei passi non è che di poco accorciata pel suo allungamento. Noi però abbiamo il potere di modificare la durata dei passi interrompendo l'oscillazione della gamba o più presto o più tardi.

La gamba posteriore, quando ha lasciato il suolo, e, sospesa al tronco, ondeggia nell'atmosfera, si muove, spinta dal proprio peso, da dietro all'innanzi. Per poter sostenere il corpo, essa si avanza *almeno finchè il suo piede sia perpendicolare sotto la testa del suo femore*: giacchè, in questa situazione verticale, non solo essa porta il tronco col minore sforzo possibile, ma è quello pure l'istante in cui ogni dissestamento che può essere impresso dall'esterno al cammino, da qualunque lato venga, può essere prevenuto colla maggior efficacia, per lo spostamento del punto d'appoggio che viene successivamente ad occupare punti diversi della pianta del piede, massimamente quando il piede offre un'ampia superficie o si trova diretto al di fuori (perlochè si cammina più sicuramente coi piedi rivolti al di fuori che diretti parallelamente al cammino). Ma la gamba, pel movimento che porta il suo piede verticalmente sotto la testa del suo femore, come il pendolo, per acquistare il maggiore suo allungamento nella situazione verticale, ha mestieri d'un corso di tempo determinato, della metà cioè di tempo che esige un'oscillazione intera. Quindi avviene che, per ciascun uomo, vi è certa rapidità di successione dei passi, certo maximum del numero dei passsi in un dato tempo, che ei non potrebbe oltrepassare nel cammino naturale (per quanto sia rapido). Tale velocità di successione dei passi, certo maximum del numero dei passi in un dato tempo, che ei non potrebbe oltrepassare nel cammino naturale (per quanto sia rapido); tale velocità di

successione dei passi può essere anticipatamente determinata allorchè si è trovato quanto tempo richiede la gamba, i cui muscoli non agiscono, per eseguire un'oscillazione intera: giacchè la minima durata di un passo è eguale alla metà di tale oscillazione.

Si può rendere la successione dei passi molto più lenta che non è nel cammino più rapido. Questa attitudine dipende dalla facoltà che possediamo di posare la gamba ondeggiante, non, come nel cammino più rapido, tostochè il suo piede giunse alla verticale sotto il collo del femore, ma più tardi, allorchè questo piede si è avanzato più oltre nella sua carriera d'oscillazione. Gli uomini che camminano, nelle fig. 14, 15, e 16, hanno tutti gambe della stessa lunghezza; tutti eziandio sono rappresentati nel momento in cui la gamba, fin allora oscillante, si è allungata e posata sul suolo. Ma quello della fig. 16, che cammina lentamente, ha la sua gamba portata molto più innanzi; quello della fig. 15, che cammina più presto, l'ha meno avanzata: quello finalmente della fig. 14, che cammina quanto più presto è possibile, l'ha posata sul suolo nella verticale medesima. Si vede, dalla linea punteggiata rappresentante gli archi descritti dalle gambe oscillanti di questi tre uomini, che la gamba della fig. 16 ha percorso l'arco quasi intero, quella della fig. 15 ne percorse un po' più della metà, quella della fig. 14 ne percorse esattamente la metà, e che, per conseguenza, la porzione d'arco che il membro avrebbe ancora descritta se non ne fosse stato impedito dall'apposizione sul suolo, è, quanto può essere piccola nella fig. 16, più grande nella fig. 15, e grande quando più è possibile nella fig. 14. Necessariamente la porzione d'arco descritta dalla gamba della fig. 16 è quella che richiese il maggior tempo, quella della fig. 15 ne volle meno, quella della fig. 14 il meno possibile. Ora, se la gamba oscillante della persona che cammina giunge, come nelle fig. 16 e 15, a collocarsi innanzi della verticale, non solo la durata del passo aumenterà tanto maggiormente quanto più a lungo continuerà la gamba ad oscillare, ma eziandio (ciò che è causa ancora più potente d'incremento) tale durata aumenterà di un periodo di tempo, durante il quale le due gambe posano sul suolo, e che non si aggiunge che in tal circostanza; giacchè qnesto periodo di tempo non comincia che nel momento, nel quale il piede poggia innanzi, e cessa all'istante in cui la testa del femore, che continua a recarsi innanzi dopo l'apposizione del piede, raggiunge la verticale del piede poggiato. Quindi, allorchè tosto si posa la gamba verticalmente, questo periodo di tempo diviene 0; ma, nel cammino lento, esso cresce proporzionalmente alla porzione del suo arco d'oscillazione che la gamba descrive oltre la metà di quest'arco. Questo tratto di tempo che si aggiunge nel cammino lento (e durante il quale le due gambe poggiano sul suolo), è più grande che altrove nella fig. 16, giacchè esso dura quanto il tronco che continua a recarsi innanzi colla testa del femore, ha d'uopo onde percorrere la grande estensione di cammino di cui la gamba si avanzó oltre esso, sorpassando la verticale, e questo tempo è tanto più notabile quantochè il tronco e la testa del femore si muovono con più lentezza. Quindi avviene che la durata dei passi è notabilissima nella fig. 16. Essa minora nella fig. 15, perchè il tempo addizionale (durante il quale le due gambe poggiano sul snolo) non dura se non quanto è necessario al tronco ed alla testa del femore onde percorrere l'estensione meno notabile di cammino di cui si avanzò quivi la gamba oltre esso sorpassando la verticale, tempo che riesce meno lungo in tal circostanza, perchè il tronco e la testa del femore vi hanno già maggior velocità. Finalmente la durata dei passi nella fig. 14 è piccola quanto è possibile, perchè, in questo caso, il tempo, dnrante il quale le due gambe poggiano sul suolo, sparisce affatto, le due gambe si staccano sempre nel mezzo della loro

oscillazione, e non compiono che la minima parte possibile della loro escursione, cioè la metà soltanto, locchè riduce la durata di ciascun passo alla metà della durata di una oscillazione.

Quando si vuol camminare assai lentamente, senza far attenzione alla grandezza dei proprii passi, si può anche lasciare oscillare innanzi la gamba ondeggiante finchè essa ritorni spontaneamente sopra sè stessa, e lasciarle descrivere una parte d' arco d'oscillazione retrograda prima di posarla sul suolo. Tal modo di camminare però non è conforme alla natura.

Vi ha una circostanza che influisce notabilmente sulla durata dei passi di due uomini: questa è quando uno di essi ha le gambe lunghe, mentre l'altro le ha corte. Nel cammino rapido quanto può esserlo, la durata dei loro passi si comporta come la durata delle oscillazioni delle loro gambe, ed accade presso a poco il medesimo nei generi di cammino più lenti. Perciò se si osservano fanciulli ed adulti, od in generale individui piccoli e grandi, mentre camminano nel modo per essi più comodo, si scorge che quelli, le gambe dei quali differiscono di lunghezza, le muovono in altro tempo. Per verità, si può, come per ogni altro membro, ricorrere all'azione dei musculi onde muovere le gambe da dietro all'innanzi più rapidamente che non farebbero se obbedissero unicamente al loro peso; ma si richiedono perciò sforzi tanto notabili e sostenuti, che non si potrebbe continuare lunga pezza questa sorta d'acceleramento, che non è in natura.

§ 23. *Vi hanno nell' uomo due sorta di cammino naturali: il passo grave, in cui si porta il tronco assai diritto ed alto quanto è possibile sopra il suolo; il passo precipitato, nel quale il tronco e più inclinato e meno lontano dal suolo, per conseguenza portato dalle gambe piegate.*

Ecco qual è il motivo su cui si fonda questa distinzione fra i modi di camminare. Nel momento in cui la gamba che oscilla da dietro all'innanzi, si posa sul suolo innanzi della verticale che passa per la testa del suo femore, o la gamba appena posata o l'altra ancora posata sul suolo forma colla verticale un angolo più piccolo. E naturale che la gamba la quale forma quest'angolo più piccolo, porta il peso del corpo, perchè richiede minore sforzo che non l'altra onde sostenerlo. Dietro ciò adunque, nel primo caso, la gamba che si posa sul suolo succede tosto all'altra in questa funzione di portare; nel secondo caso, invece, la gamba ancora posata sul suolo continua dapprincipio a portare il peso del corpo, mentre la gamba che si posa comincia soltanto dal toccare il suolo (senza fare sforzo contrario), e dall'arrestare il suo movimento orizzontale mediante lo sfregamento che esercita sovr'esso. Da queste due circostanze diverse risultano differenze notabili tra i generi di cammino, nei quali si trovano, e perciò indichiamo uno dei generi col nome di andamento grave, e l'altro con quello di andamento precipitato. Il primo si effettua quando la gamba che posa all' innanzi forma colla verticale un angolo maggiore di quello che è prodotto nel medesimo istante dalla gamba posata indietro; il secondo, quando la gamba anteriore forma un angolo più piccolo che non la posteriore con questa medesima verticale.

Benchè l'andamento grave sia di rado usato, i pittori possono talvolta utilizzarlo con vantaggio nei quadri. Perciò, volendo caratterizzarlo in modo più preciso, faremo notare che esso non permette se non passi piccolissimi (eguaglianti presso a poco la lunghezza del piede soltanto); che, dovendo il piede anteriore daprincipio soltanto toccare il suolo quando vi si posa senza poggiar sopra, questo contatto comincia ordinariamente presso alla sua punta, alle dita; che il tempo, durante il quale le due gambe posano sul suolo, è maggiore di quello in cui una sola gamba è applicata a questo medesimo suolo; che la gamba ondeggiante compie l'oscillazione quasi

intera; che finalmente la velocità del corpo nella durata di un passo è ineguelissima, ma che le stesse ineguaglianze si riproducono periodicamente nei passi seguenti. I ciechi e quelli che camminano nell'oscurità si servono più spesso di tal modo di camminare che non quelli che veggono, non solo per la piccolezza dei passi, ma anche, perchè il piede, che deve posarsi innanzi, è più esteso, e si applica leggermente al terreno, in guisa che può scandagliarlo e riconoscerlo. Così dunque si debbono dipingere i ciechi quando si vuol rappresentarli in atto di caminare.

§ 24. *Sulle oscillazioni verticali del corpo durante il cammino.*

Se le gambe non fossero suscettibili dell'accorciamento e dell'allungamento a cui le riconoscemmo atte, è chiaro che la testa del femore di quella che si alza dovrebbe, avanzandosi, descrivere un cerchio intorno al piede come centro, e che essa dovrebbe muoversi in questo cerchio dapprima un poco allo innanzi, poi un po' all'indietro; il tronco vacillerebbe dunque molto a ciascun passo, e le sue oscillazioni sarebbero tanto più notabili quanto maggiormente lo fossero i passi medesimi. Ma siccome le gambe non hanno una lunghezza invariabile, siccome possono accorciarsi ed allungarsi notabilmente, per una estensione di cui daremo nella terza parte la misura presa durante il cammino medesimo, ne segue essere possibile un movimento perfettamente orizzontale del tronco. Tuttavia, se mediante un cannocchiale disposto orizzontalmente, noi osserviamo con cura, durante il cammino, od il tronco medesimo, od un punto del tronco opportunamente scelto e facile a riconoscere, sostituendo un micrometro di vetro al filo incrociato, vediamo che il tronco non eseguisce un movimento perfettamente orizzontale, ma descrive realmente oscillazioni verticali, più piccole tuttavia che non sarebbero se le gambe non potessero accorciarsi ed allungarsi. Giusta le nostre misure, queste oscillazioni ascendono a circa 32 millimetri. Non sono più piccole nei passi piccoli, nè più grandi nei grandi: in generale presentano poca differenza a circostanze esterne d'altronde eguali: tutto al più sono invece un po' più grandi nei passi piccoli, un po' più piccole nei grandi. In breve, l'osservazione c'insegna che esse devono dipendere da tutt'altra causa che dalla rigidezza e mancanza di estensibilità delle gambe.

Se dunque si richiede donde provengano queste piccole oscillazioni verticali del tronco durante il cammino, ed a che servano (giacchè sembra si dovrebbe poter evitarle, ciocchè renderebbe l'andamento più uniforme e più bello), risponderemo che esse dipendono dalla necessità che sentiamo, camminando, di moderare la velocità del tronco che diverrebbe facilmente troppo notabile coll'azione della forza di estensione tale quale deve essere per mantenere sempre il tronco alla medesima altezza. Il mezzo più semplice che abbiamo per moderare questa velocità consiste nel far cessare di tratto in tratto l'azione della forza di estensione della gamba; donde segue che allora il corpo cade alquanto, descrivendo una parabola. Ma perchè il corpo non cada a poco a poco sempre più giù, deve giungere un momento in cui sia esso rialzato di quanto si è abbassato. Ora, in niun tempo, tale rialzamento può essere operato con minore sforzo che nell'istante in cui una gamba occupa la verticale. Perciò diciamo che il lieve abbassamento del tronco che si osserva a ciascun passo avviene immediatamente innanzi il momento in cui una delle gambe si colloca nella verticale, e che la caduta osservata del corpo si effettua in questo momento medesimo. Esamineremo più minutamente nella terza parte, queste oscillazioni verticali del tronco durante il cammino.

Le oscillazioni verticali del tronco hanno ancora una utilità particolare, che riesce importantissima nel cammino, e che rende questo indipendente dalle influenze di circostanze esteriori ed accidentali. È infatti in nostro potere lasciar cadere il corpo per un periodo di tempo o più lungo o più corto, secondochè alcune forze

esteriori agiscono sopra di noi, ed aumentano o diminuiscono l' effetto della nostra forza di estensione ; e possiamo fare così che la somma degli effetti dipendenti dalla forza di estensione e da forze esteriori resti la stessa quando anche queste ultime sono variabili ; possiamo, mediante alcune oscillaziani del corpo, compensare l' influenza delle forze esterne sul cammino. Da questa considerazione segue immediatamente che , affinchè le oscillazioni del corpo possano realmente rendere questo servigio durante il cammino , devono essere più grandi con un vento favorevole , minori con vento contrario , ed affatto nulle allorchè questo ha certa intensità.

§ 25. *Sulla torsione del corpo durante il cammino.*

A torto si ammette che, durante il cammino, il corpo si volga ora a destra, ora a sinistra. Una simile torsione può dipendere da due cause : primieramente da ciò che la gamba, la quale fa sforzo contro il suolo, spinge lateralmente la pelvi nella sua direzione obbliqua, poi da questo, che la gamba pendente ed oscillante trae lateralmente la pelvi nella sua direzione obbliqua. La natura diede all' uomo mez z semplici ed efficaci onde combattere l' azione di queste due cause. Per impedire alla gamba che gravita sul suolo di far volgere il tronco, il punto del piede che poggia sul suolo, la testa del femore che poggia sulla pelvi ed il centro di gravità del corpo, possono facilmente essere sempre mantenuti in un piano verticale parallelo al cammino, ciocchè realmente accade così. Quanto alla gamba oscillante , essa tira sopra una leva orizzontale eguale all' intera distanza che separa l'una dall'altra le due teste dei femori, e fa volgere il tronco finchè essa non è giunta alla verticale o quando l'ha oltrepassata. Per prevenire la torsione del tronco dovuta a questa seconda causa, la natura ci diede un mezzo tanto semplice quanto efficace nel dondolamento simultaneo delle braccia. Basta infatti che il braccio destro oscilli dall' innanzi all' indietro , mentre la gamba destra oscilla da dietro all' innanzi , ciocchè avviene realmente ; o che il braccio sinistro oscilli dall' innanzi all' indietro mentre la gamba sinistra oscilla da dietro all' innanzi. Se ora le due braccia oscillano sempre simultaneamente , ma in direzione inversa, i loro effetti si aggiungono gli uni agli altri, e possono allora tanto più di leggeri (per minimo dondolamento) prevenire la torsione del tronco che sarebbe determinata dalla gamba pendente.

A torto si volle trovare qualche analogia fra il movimento delle braccia ed i movimenti delle zampe anteriori nei mammiferi. L' uso che loro assegniamo risulta pienamente allorchè si procuri di camminare rapidamente tenendo le braccia attaccate al corpo , per esempio incrociate sul petto ; essendo allora difficile evitare la torsione del tronco.

CAPITOLO III.

DELLA CORSA.

ARTICOLO I.

Considerazioni generali sulla corsa.

§ 26. *La corsa differisce dal cammino in quanto il movimento , durante il quale le due gambe posano sul suolo, in quest'ultimo viene sostituito da un momento, nel quale niuna delle due gambe tocca il suolo.*

La velocità che possiamo acquistare col camminare ha un limite determinato dal meccanismo stesso di questo movimento : da un canto , perchè lo spazio che varchiamo a ciascun passo dev' essere percorso da una gamba, mentre l' altra è situata

verticalmente, perlochè la grandezza dei passi ha per limite la metà della distanza che le due gambe possono lasciare fra esse estendendosi; d'altro canto, perchè non possiamo ripetere i passi tanto spesso quanto sarebbe utile per rendere la progressione più rapida, attesochè il numero dei passi, che si fanno in un dato tempo camminando, non potrebbe oltrepassare quello delle oscillazioni che la gamba eseguirebbe nello stesso periodo di tempo; donde segue che la durata dei passi ha per limite la metà di quella dell'oscillazione della gamba. La corsa, invece, è una maniera di movimento la cui velocità non riconosce questi limiti imposti al camminare, e che permette di fare passi non solo più numerosi, ma anche più grandi. Acquistare una velocità di progressione maggiore di quella a cui si può giungere col cammino, è dunque lo scopo principale della corsa. Tuttavia si può anche correre in guisa da progredire più lentamente che nel cammino rapido.

Otteniamo questo scopo principale della corsa facendo sì che a ciascun passo il corpo sia ondeggiante nell'aria per breve spazio di tempo, ed imprimendogli, a tal uopo, un movimento di projezione. Durante questo tempo, le due gambe sono sospese al tronco, col quale si recano innanzi, e ciascun passo può, in conseguenza, essere più grande, che non permette nel cammino la distanza a cui le gambe si posano l'una dall'altra (1). Così, la forza d'estensione può agire con maggior energia nella corsa che nel cammino, perchè la distanza, alla quale il corpo si reca all'innanzi, finchè una gamba posa sul suolo dipende dalla nostra volontà. Questa circostanza, che nella corsa il corpo colle gambe eseguisce alternativamente projezioni nell'aria, è cagione eziandio che si faccia maggior numero di passi in un dato tempo che non permette il cammino. Nei due movimenti, la gamba che lascia il suolo indietro deve oscillare da dietro all'innanzi, almeno finchè possa posarsi di nuovo verticalmente sotto la testa del suo femore per sostenere il tronco. Nel cammino il più rapido e nella corsa la gamba oscilla realmente fino a quel punto ma non più oltre. Se la gamba non eseguisce questa semi-oscillazione, che spinta dal proprio peso, ha bisogno perciò d'un periodo di tempo determinato, che è il limite alla durata dei passi nel cammino. Nella corsa essa ha, è vero, mestieri egualmente dello stesso tratto di tempo per compiere lo stesso movimento; ma i passi vi durano meno che nel cammino, perchè parte dell'oscillazione, che la gamba dee fare, fu già eseguita nel passo precedente; giacchè, correndo, l'uomo si trova periodicamente sospeso nell'aria, e frattanto le due gambe compiono parte della loro oscillazione, tanto quella che dev'essere posata sul suolo alla fine del passo presente, quanto quella che dev'esserlo alla fine del seguente. Ora siccome, in conseguenza, l'ultima gamba ha già percorsa una parte del suo arco d'oscillazione al principio del passo seguente e continua ad oscillare per tutta la durata di questo passo, il tempo della sua oscillazione è evidentemente più notabile che non quello di codesto passo, donde segue che la durata del passo è sempre minore nella corsa che nel cammino e che non può mai oltrepassare la metà della durata dell'oscillazione della gamba. Durante il cammino, le due gambe non oscillano mai ad un tempo, una di esse co-

(1) I fanciulli, nei loro giuochi, approfittano di queste momento di sospensione compiuta del corpo per far passare fra il suolo ed i loro piedi una corda che fanno girare con ambedue le mani, e vi riescono anche quando il periodo di tempo in cui le due gambe non toccano il suolo è estremamente corto. La cosa non è possibile camminando, poichè in questo caso le due gambe non lasciano mai simultaneamente il suolo, anzi vi ha un certo momento in cui vi si trovano poggiate entrambe ad un tempo; dimodochè, durante questo periodo di tempo la corda sarebbe compresa fra esse due, e potrebbe facilmente, vista la rapidità con cui gira, colpire la gamba posteriore ancora poggiata sul suolo.

mincia e finisce la sua oscillazione durante il passo medesimo che segue, e, durante il passo seguente che fa l' altra gamba, essa posa sul suolo. Quindi ciascun passo nel cammino dee durare abbastanza perchè la gamba possa, nella sua durata, cominciare la sua oscillazione, ed eseguirla fino al punto ove il membro si mette di nuovo a contatto col suolo. Nel cammino lento, ciascun passo deve durare ancor più lunga pezza; giacchè in tal caso vi è, nella durata di ciascun passo, un momento in cui le due gambe posano ad un tempo sul suolo, in guisa che un passo dura non solo tutto il tempo necessario perchè la gamba compia la sua oscillazione, ma anche certo periodo di tempo, durante il quale essa posa a terra.

L' esperienza conferma pienamente ciò che fu detto. Le misure da noi prese durante il cammino e la corsa con velocità diverse provano che, termine medio, si fanno correndo passi presso a poco doppii di quelli di un uomo che cammina, che il numero dei passi nel cammino e nella corsa, per un dato tratto di tempo, si comporta, termine medio, circa : : 2 : 3; che per conseguenza si può, correndo, percorrere ad un dipresso uno spazio tre volte maggiore di quello che camminando. La velocità che l' uomo così acquista è grandissima, e può ascendere a sei o sette metri per secondo. Se la perdita della respirazione non gl' impedisce di continuare a lungo questa rapida corsa, ei percorrerebbe un miglio geografico in diciotto minuti circa. Il camminare è quello che ci permette di percorrere la più lunga via in tempo mediocre, poichè lo possiamo sopportare lunghissimo tempo senza stancarci e senza perdere il fiato. Colla corsa invece, possiamo percorrere uno spazio mediocre nel minor tempo possibile.

Nella corsa come nel cammino, le gambe ritornano sempre periodicamente alla medesima situazione, e si osserva pure la stessa successione di tempi eguali, nei quali una medesima gamba ripete sempre gli stessi movimenti. Nel cammino, ciascuno di questi tempi si componeva di due passi (uno doppio passo), chiamando passo il tempo in cui le due gambe giungono l' una dopo l'altra alla verticale. Così pure, nella corsa, ciascun tempo, dopo il quale una stessa gamba eseguisce sempre di nuovo gli stessi movimenti, si compone di due salti o di un doppio salto.

§ 27. *Divisione della corsa in corsa propriamente detta ed in trottare.*

Dobbiamo distinguere due sorta di corsa; quella, nella quale il corpo si solleva pochissimo pel movimento saltellante, e si proietta quasi in linea orizzontale, o la *corsa* propriamente detta, e quella nella quale il corpo è lanciato molto più su a ciascun salto, od il *trottare*. Ma questa seconda maniera di correre è poco vantaggiosa per progredire rapidamente; giacchè, quantunque i passi ne sieno grandi come nella corsa propriamente detta, la loro durata deve essere più lunga, poichè il corpo ha bisogno di un corso di tempo più lungo per ricadere, e, durante questo tempo, non è possibile posare la gamba, donde segue pure che lo spazio di tempo, durante il quale il corpo non va soggetto ad acceleramento è piu lungo nel trottare che nella corsa propriamente detta. Perciò non si usa questo modo di progressione, se non quando si vuole stancare meno il corpo colla corsa, quando si vuol serbare la facoltà di sospendere il movimento del corpo, allorchè riesce necessario il farlo, e quindi si evita d' imprimere al suo movimento tanto acceleramento quanto ne riceve nella corsa, e si ha in vista finalmente di toccare col piede, correndo, alcuni punti determinati del suolo troppo distanti l' uno dall' altro, perchè si possa raggiungerli camminando.

ARTICOLO II.

Della corsa propriamente detta.

§ 28. *Il movimento verticale del tronco è picciolissimo nella corsa.*

Si ha ragione di essere sorpresi di quanto poco il corpo alternativamente si solleva sopra il suolo e ricade nella corsa propriamente detta. Si può misurare questo movimento verticale del corpo osservando da lungi, con un cannocchiale collocato orizzontalmente, un uomo che corre; si osserva allora di quanto cangi, relativamente ad un filo orizzontale collocato nello strumento, la situazione di un segno stabilito all' estremità inferiore del tronco. Abbiamo trovato che tale cangiamento non era che di venti a trenta millimetri. Non potrebbe essere altrimenti, giacchè, siccome, giusta le nostre misure, la durata di un passo non è che di un quarto ad un terzo di secondo, siccome il corpo non ondeggia nell' aria che per un decimo di secondo al più, di cui non impiega che circa un quindicesimo di secondo nel ricadere, continuando fino allora a sollevarsi, la legge della caduta dei gravi ci mostra che la caduta, in questo spazio di tempo, non ascende realmente che a circa ventidue millimetri. Si scorge da ciò che la differenza essenziale fra la corsa ed il cammino non consiste in ciò che, in questo ultimo il corpo, comporta un'oscillazione verticale minore; al contrario, l'oscillazione verticale è più notabile nel cammino che nella corsa, allorchè massimamente l' aria oppone lieve resistenza.

Ma siccome le gambe, per comunicare un movimento di proiezione al corpo, devono essere stese con assai maggior forza nella corsa che non nel cammino, e siccome questa forza può essere tanto maggiore quanto più piegata è la gamba nel momento in cui sostiene il corpo verticalmente (perchè allora il suo stendimento ha maggior estensione, e perciò anche essa può accelerare il corpo per un tratto più lungo di tempo), le gambe, mentre sostengono verticalmente il corpo, sono più piegate nella corsa, che non nel cammino, ed, in conseguenza, anche il corpo si trova a minor distanza dal suolo. Ma vi è ancora questa differenza tra il cammino e la corsa relativamente ai movimenti verticali che allora si effettuano, che, nel cammino, il corpo giunge al suo più alto grado di elevazione mentre è sostenuto verticalmente dalla gamba, e resta in questa situazione elevata durante la maggior parte del passo, invece che nella corsa esso è massimamente abbassato nel momento della verticalità della gamba, e si rialza a poco a poco durante la maggior parte del passo.

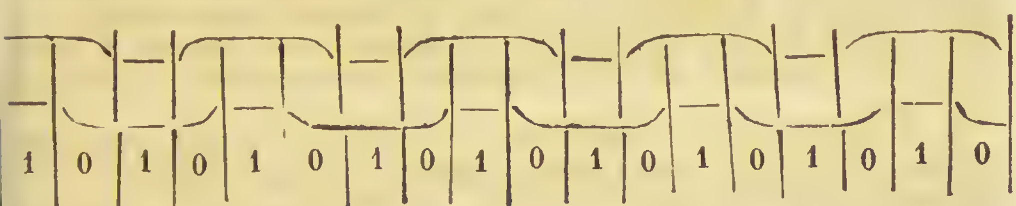
§ 29. *Il periodo di tempo, durante il quale una gamba ondeggia liberamente nell'aria, è più lungo, nella corsa, che non quello, durante il quale questa gamba posa sul suolo.*

Nella corsa, come nel cammino, ciascuna gamba passa alternativamente a due stati, quello in cui tocca il suolo sostenendo e proiettando il corpo, e quello in cui non toccando il suolo, essa oscilla come pendolo. Nel cammino il tempo, durante il quale una gamba tocca il suolo e sostiene il corpo è più lungo di quello in cui essa trovasi sospesa al corpo e da esso trasportata; soltando nel momento nel quale il camminare si trasforma in corsa, i due tempi prendono una lunghezza eguale, dimodochè allora il corpo è sostenuto dalla gamba precisamente tanto tempo quanto la gamba è portata dal corpo. Su questo limite fra il cammino e la corsa, la gamba posteriore lascia il suolo nel momento stesso in cui l'anteriore vi si posa; per conseguenza, una gamba ondeggia ed oscilla esattamente tanto tempo quanto l'altra si appoggia e si puntella contro il suolo. Ma non può mai avvenire, nel camminare,

che una gamba ondeggi nell'aria più a lungo che l'altra non si appoggia; giacchè allora l'altra gamba dovrebbe lasciare il suolo innanzi che la prima fosse posata, dimodochè il corpo ondeggerebbe nell'aria per certo periodo di tempo senza alcun sostegno, ciocchè costituisce appunto il carattere della corsa. Guardandovi dappresso si riconosce, come condizione necessaria pel camminare, che il tempo, durante il quale le due gambe posano sul suolo aggiunto alla durata del passo, o sottratto da questa durata, dà i due stati, nei quali una stessa gamba alternativamente posa ed ondeggia; per la corsa, che il tempo, in cui le due gambe ondeggiano, aggiunto alla durata del passo, o sottratto da questa durata, dà i due stati, nei quali una stessa gamba alternativamente ondeggia e posa; che in conseguenza nella corsa il tempo, durante il quale la gamba ondeggia, è più lungo di quello in cui posa sul suolo.

§ 30. *Descrizione dei movimenti che fanno le gambe nella corsa.*

Il tempo, allo spirare del quale si rinnovano i movimenti di una stessa gamba, si divide, nella corsa come nel camminare, in due porzioni, quella in cui la gamba porta il tronco, e quella nella quale è da esso portata. Ma nel camminare, la prima è lunga e la seconda corta, mentre nella corsa la seconda è lunga e corta la prima. Indicheremo con una linea curva il tempo, durante il quale una gamba ondeggia nell'aria sospesa al tronco, con una linea retta quello, durante il quale una gamba è in contatto col suolo, colla serie superiore di linee il modo di comportarsi della gamba sinistra, e colla serie inferiore il modo con cui si comporta la gamba destra, Disponiamo le due serie in guisa che gli stati simultanei sieno collocati verticalmente l'uno sotto l'altro, ed indichiamo finalmente con linee perpendicolari i limiti dei tempi, nei quali il corpo è sostenuto da una gamba od ondeggiante nell'aria.



Si scorge che i tempi indicati da linee curve, e nei quali una gamba ondeggia pendente al tronco, sono molto più lunghi dei tempi indicati da linee rette, e durante i quali una gamba si trova in contatto col suolo; che il tempo più breve durante cui una gamba tocca il suolo corrisponde simmetricamente alla metà del tempo più lungo, in cui l'altra gamba ondeggia nell'aria; che per conseguenza, ciascun passo si divide in due tempi, l'uno più lungo segnato 1, nel quale il corpo è sostenuto da una gamba, l'altro più corto, segnato 0, in cui non è sostenuto da niuna gamba, ed ondeggia nell'aria.

§ 31. *Allorchè si vede svanire nel cammino il tempo in cui le due gambe posano, e nella corsa quello in cui le due gambe ondeggiano, non si osserva più alcuna differenza fra il cammino e la corsa.*

Siccome la differenza essenziale fra il cammino e la corsa consiste in questo, che nel primo, un tempo nel quale una gamba posa e l'altra ondeggia, si alterna sempre con un tempo, in cui ambedue le gambe posano, mentre nella seconda, un tempo in cui una gamba posa e l'altra ondeggia si alterna con un tempo in cui ambedue le gambe ondeggiano, dobbiamo attenderci che ogni differenza tra questi due modi di progressione sparisca allorchè il tempo, durante il quale, nel cammino o nella corsa, le due gambe posano ed ondeggiano, relativamente svanisce. Ciò effet-

tivamente è confermato dall' osservazione. Se si confronta una serie di esperienze sul cammino, fatte in tal guisa che il tempo in cui le due gambe posano, divenga sempre più corto, e continuate sinchè questo tempo svanisca interamente, con altra serie di sperienze sulla corsa fatte in tal modo che il tempo, in cui le due gambe ondeggiano, divenga sempre più corto, e continuate finchè questo tempo svanisca del tutto, si trova che le ultime osservazioni coincidono insieme per ogni riguardo nelle due serie. Le nostre sperienze diedero definitivamente nelle due serie, una durata del passo di 0,32 di secondo, ed una lunghezza del passo di 0,82, metro. Quindi segue l'interessante risultato, che quando i passi, nel cammino o nella corsa, durano esattamente quanto una semi-oscillazione della gamba sospesa al tronco, hanno pure la medesima lunghezza nell'uno e nell'altra.

§. 32. *Allorchè si dirige una serie di esperienze sulla corsa in tal guisa che il tempo in cui le due gambe ondeggiano, divenga sempre più corto, la corsa può essere continuata non solo fino al dileguamento compiuto di questo tempo, ma anche più oltre, dopo di che comincia a riapparire.*

Ove si faccia sul cammino una serie di esperienze tali che il tempo, in cui le due gambe posano, divenga sempre più corto, e si continui fino alla sua compiuta sparizione, si raggiunge il massimo della velocità nel cammino, nè si possono spingere più oltre le sperienze. Ma non è così quando si procede nella stessa guisa riguardo alla corsa, quando cioè si fa una serie di sperienze dirette in tal modo che il tempo in cui le due gambe ondeggiano, vada sempre scemando fino al suo dileguamento totale; non si raggiunge ancora il massimo della velocità, che può acquistarsi mediante la corsa; la serie delle esperienze non è dunque ancora esaurita, e si può spingerla molto più oltre fino al momento, in cui il tempo, durante il quale le due gambe ondeggiano, ricomparisce e va sempre ingrandendosi. Segue da ciò che una serie compiuta di esperienze sulla corsa può dividersi in due porzioni, la prima delle quali è paragonabile alla serie di esperienze fatte sul camminare, ciocchè non è dell' altra.

Da ciò risulta ancora un' altra differenza tra il cammino e la corsa, consistente in questo, che il primo (almeno quando si effettua in modo perfettamente conforme alla natura e senza l' intervento della volontà, per esempio, allorchè l' attenzione dell' individuo si rivolge sopra tutt' altro che sul camminare) non dà per ogni durata di passo che una lunghezza di passo determinata, e, per ogni lunghezza di passo, che una durata di passo determinata, mentre nella corsa vi ha bensì una durata determinata del passo per ogni lunghezza del passo, ma non una lunghezza determinata di passo per ogni durata di passo, giacchè ogni durata di passo ha due lunghezze diverse di passo, che differiscono tanto più l'una dall'altra, quantochè il tempo, durante il quale le due gambe ondeggiano è più lungo, e la cui differenza non isparisce che nell'unico caso, in cui questo tempo si dilegua. La causa di tal differenza notabile fra il cammino e la corsa dipende in ultima analisi da ciò che, nella corsa, quando è data la lunghezza del tempo durante il quale le due gambe ondeggiano, si ha la scelta fra due altezze, alle quali si possono portare le teste dei femori sopra il suolo. Infatti, 1° si può, quando questo tempo, in cui la forza d'estensione non potrebbe agire, cresce partendo da zero, abbassare a poco a poco le teste dei femori, e fare così che la forza d'estensione divenga tanto maggiore, e la velocità del corpo tanto più notabile pel rimanente del tempo, in quanto che il corpo, nella durata del passo, si proietta oltre il punto cui raggiunga l'ampiezza di escursione (1) della gamba puntellata indietro, anche nonostante la diminuzione di

(1) Chiamiamo ampiezza di escursione di una gamba ad una data altezza del collo del suo femore, il lato orizzontale di un triangolo rettangolo, in cui il lato verti-

altezza del collo del suo femore, dimodochè questa gamba, strascinata dal corpo ondeggiante già innanzi la fine del passo (primachè l'altra gamba si posi), ondeggia qualche tempo nell' aria contemporaneamente a quest'ultima; 2° si può, quando il tempo, durante il quale l'estensione non potrebbe agire, cresce partendo da zero, sollevare a poco a poco le teste dei femori, e fare così che, durante l'appoggio sul suolo, nel momento in cui il tronco è lanciato insù, la gamba puntellata, strascinata da quest'ultimo, abbandoni il suolo prima che la durata del passo sia scorsa, prima, cioè, che l'altra gamba si posi. Nel cammino non si ha questa scelta, perchè la velocità non può mai divenire abbastanza notabile; sicchè il tronco oltrepassi, nella durata del passo, l'ampiezza di tensione della gamba puntellata indietro, che deve sempre essere eguale alla lunghezza del passo.

§ 33. *Nella corsa si può meno che nel cammino cangiare la durata dei passi; ma, in compenso, si ha maggior attitudine a cangiarne la lunghezza.*

Nel cammino, come pure nella corsa, la durata di un passo si divide in due porzioni, delle quali l'una, nel cammino come nella corsa, abbraccia il tempo, nel quale il tronco è sostenuto da una gamba, ma l'altra comprende nel cammino quello, durante il quale esso è sostenuto da ambedue le gambe, e nella corsa quello, in cui ondeggia liberamente tutto nell'aria. Queste due porzioni che, aggiungendosi l'una all'altra, rendono completa la durata del passo, crescono e scemano insieme nel cammino, dimodochè la diminuzione o l' incremento dell'intera durata del passo eguaglia la somma della diminuzione o dell' incremento delle due frazioni di tempo; nella corsa, invece, uno dei tempi cresce quando l' altro scema, dimodochè la diminuzione o l' incremento della durata totale del passo eguaglia soltanto la differenza delle due frazioni di tempo, di cui una delle porzioni è divenuta più piccola, l'altra più grande. Infatti, nel cammino il tempo, in cui le due gambe posano, cresce, colla quantità di cui la gamba oscillante oltrepassa la verticale prima di posarsi (*vedi* § 22). Ma quanto più la gamba, prima di posarsi a terra, si porta lungi descrivendo il suo arco d'oscillazione, e quanto più a lungo essa oscilla, tanto più lungo eziandio è il tempo in cui non vi è che l'altra gamba, la quale sostenga il tronco; quindi avviene che i due periodi crescono sempre simultaneamente. Nella corsa, invece, la durata totale del passo ed il tempo, durante il quale l' intero corpo ondeggia liberamente nell'aria, compiono un tutto il cui valore non cangia mai (la metà della durata della vibrazione della gamba oscillante in libertà, *vedi* il § 29). Se dunque il secondo termine diviene più lungo, la lunghezza totale del passo diminuisce, e principalmente la porzione di quella durata, nella quale una gamba posa, porzione che è la differenza fra la durata del passo divenuta più corta e la porzione di tempo divenuta più lunga.

§ 34. *I deviamenti della normalità sono minori nella corsa che nel cammino.*

Intendiamo per cammino e corsa normali quelli in cui, spendendo la minor quantità possibile di forza muscolare, si raggiunge lo scopo di un movimento uniforme quanto è possibile, e che poco si allontana dalla direzione orizzontale. Ora, nel cammino e nella corsa sonovi alcuni tempi, nei quali si può alquanto modificare il movimento normale del corpo mediante le forze muscolari, senza però cessare di raggiungere lo scopo del cammino, soltanto con isforzo un po' maggiore. Tale cangiamento di moto non può mai avvenire nella corsa, mentre il corpo ondeggia liberamente nell'aria, nè può effettuarsi che in debolissimo grado nel tempo dell'appoggio di una gamba, perchè è determinato il movimento di traslazione che la for-

cale è l'altezza del collo del femore, e la cui ipotenusa è la lunghezza della gamba stessa.

za di estensione della gamba deve imprimere al tronco durante questo periodo di tempo. Nel cammino, invece, è d'uopo, per verità, che mentre una gamba posa a terra, la forza d'estensione di questo membro adempia la condizione d'impedire al corpo di cadere, dimodochè allora la sua azione si trova racchiusa in angusti limiti, e resta piccolo campo alla nostra volontà; ma la nostra volontà ha molto maggior latitudine nel tempo che le due gambe posano sul suolo, tempo, durante il quale la forza estensiva dei due membri può adempiere la condizione di non lasciar cadere il corpo in un'infinità di maniere diverse, delle quali una sola, è vero, cagiona il minore sforzo possibile dal canto dei nostri muscoli, ma le altre raggiungono egualmente lo scopo del cammino, con dispendio un po' maggiore di forza muscolare. Adunque, quanto più a lungo dura il tempo, in cui le due gambe posano a terra nel cammino, tanto più è libera la volontà di esercitarsi in tal genere di progressione, ciocchè si osserva realmente in una persona che cammini con lentezza. Nel cammino rapido, in cui questo tempo è corto, e può anche totalmente sparire, il libero arbitrio esercita minor impero sui nostri movimenti. Lo ha minimo sulla corsa. Spieghiamo così il perchè sia più facile avvezzare le truppe a tal modo di marciare, che tutti i soldati facciano passi eguali in durata ed in lunghezza, che non abituarli a fare lo stesso correndo. Tal caso non avverrebbe se tutti i soldati avessero gambe perfettamente eguali in lunghezza, e se la durata delle oscillazioni dei membri fosse per tutti la stessa; ma siccome queste condizioni non esistono, è d'uopo che si adattino reciprocamente riguardo alla lunghezza ed alla durata del passo. Tale adattamento non è sempre possibile, e, quando è praticabile, presenta, ora maggiori, ora minori difficoltà. Non è mai più facile che in un cammino lento, quello in cui ciascun soldato può allontanarsi maggiormente dalla durata normale del suo passo senza cangiare la lunghezza del passo; è assai più difficile nel cammino rapido ed impossibile pei soldati più alti, allorchè i più bassi camminano colla massima rapidità. Quindi la regola prescritta pel passo più rapido (il passo di carica), di segnare il tempo giusta il passo più rapido di quelli che hanno le gambe più lunghe. Nella corsa, tale adattamento è impossibile allorchè passa notabile differenza tra le gambe per la lunghezza, eccettuato il solo caso, nel quale il tempo indicato sia quasi eguale alla durata di una semi-oscillazione delle gambe più corte, giacchè allora i più alti, diminuiscono già da sè la lunghezza dei loro passi, scemandone, giusta le regole della corsa normale, proporzionalmente la durata. Quindi la regola, per la corsa d'uomini di statura diversa che si vuol far andare a misura ed a passi eguali, di calcolare talmente il numero dei passi in un dato tempo e la loro lunghezza, che oltrepassino di poco il numero e la lunghezza dei passi degli uomini più bassi, nel cammino rapido quanto più è possibile.

Il solo vantaggio che si possa ottenere da una corsa rigorosamente regolata delle truppe, comparativamente al passo di carica più rapido, si riduce a poco, e consiste unicamente in questo che si evita così la durezza che l'apposizione dei talloni cagiona nei movimenti rapidi, perchè in generale l'uomo che corre non posa a terra che le estremità anteriori del metatarso. La corsa procura assai maggiori vantaggi quando non è assoggettata a misura, giacchè allora riesce facile eseguirla con rapidità assai più notabile e tuttavia eguale. Pertanto i soldati apprenderebbero assai facilmente a correre in linea senza grandi sforzi e con molta velocità, se si permettesse a ciascuno di fare quanti passi gli è facile eseguire, e si esigesse soltanto da lui che conservasse l'allineamento mediante l'occhio od il senso del gomito. Il suono del tamburo con cui si propone di regolare il numero dei passi, non può servire a mantener l'ordine di soldati che corrano; è piuttosto idoneo, giusta le leggi immutabili della natura, a turbare e a togliere quest'ordine.

ARTICOLO III.

DEL TROTTARE.

§ 35. *Il trottare differisce dalla corsa in questo, che permette fare con lentezza passi più grandi di quelli del cammino.*

Talvolta, per prevenire il trafelamento e la violenza dei battimenti di cuore, cagionati dalla rapidità, con cui cangiano i movimenti nella corsa, si alterna con questa il trottare, ciocchè permette di non lasciare il movimento della corsa. Ci riesce impossibile continuare a lungo una corsa rapida non perchè si richiederebbero a tal uopo esuberanti sforzi, ma ordinariamente perchè perdiamo il respiro, e perchè i battiti del cuore divengono troppo violenti. Questi due fenomeni hanno per causa la rapida successione dei movimenti che le due gambe devono fare nella corsa rapida (circa quattro passi per secondo). Il trottare differisce dalla corsa per la durata dei passi molto maggiore che non può divenire in questa. Ecco perchè è più vantaggioso, per riprendere fiato e lasciare ai battiti del cuore il tempo di calmarsi, passare dalla corsa al trottare che non diminuire la velocità della corsa, poichè, anche moderando questa, la successione dei movimenti delle due gambe si mantiene quasi rapida come prima (oltre tre passi per secondo).

Inoltre, possono esservi alcuni casi in cui si desidera fare passi grandi, senza però aver fretta, ed in cui si vuole piuttosto progredire con maggiore lentezza, purchè si debbono fare minori sforzi. Possono darsene anche, in cui la natura del terreno obblighi a fare passi grandi, ma in cui sarebbe pericoloso farli sì presto come nella corsa, perocchè la gran velocità che questa imprimerebbe a tutto il corpo renderebbe la somma delle forze vive sì notabile che nel momento del pericolo non si potrebbe trovare sull' istante il mezzo di scamparne. Così, per citare un esempio, riesce meno pericoloso discendere trottando che correndo.

§ 36. *Nella corsa, la gamba si puntella contro il suolo, a ciascun passo, la prima volta che giunge alla verticale; nel trottare, la seconda volta che giunge a questa situazione.*

Nella corsa il corpo è projettato in sù, e quindi ricade, mentre le due gambe ondeggiano nell'aria. Per distruggere questo movimento discendente di tutto il corpo, ed imprimergli un nuovo impulso dal basso all'alto, una gamba si puntella perpendicolarmente contro il suolo alla fine del tempo della caduta (che accade nel momento, in cui la gamba ha terminata la metà della sua oscillazione, e si trova sospesa verticalmente). Ma perchè la gamba possa puntellarsi perpendicolarmente contro il suolo alla fine del tempo della caduta, non è d' uopo che, dal principio della sua oscillazione, abbia percorsa la metà della durata di questa oscillazione, momento in cui giunge per la prima volta alla verticale; siccome la gamba oscillante (quando continua ad oscillare senza ostacolo) ritorna più volte alla verticale, può posarsi la seconda volta che vi giunge (ciocchè, nel caso d'oscillazione perfettamente libera, avverrebbe quando essa ha descritta un'oscillazione intera da dietro all' innanzi e mezza oscillazione dall'innanzi all'indietro). Si scorge facilmente che allora la durata dei passi dovrebbe essere assai maggiore che nella corsa, in cui la gamba si puntella perpendicolarmente al suolo la prima volta che giunge alla situazione verticale. È questo il mezzo con cui si raggiunge lo scopo principale del trottare, d'avere una durata di passi più lunga che non comporta la corsa. Questa maggiore durata del passo cagiona da sè un ondeggiamento più lungo del corpo nell'aria. Possiamo dunque affermare che nel trottare e nel correre,

il corpo ondeggia alternativamente nell'aria, ma vi ondeggia più a lungo nel primo che nel secondo.

§ 37. *Nel trottare, le gambe non oscillano che da dietro all' innanzi, e non dall' innanzi all' indietro. Dopochè la gamba ha finita l' intera sua oscillazione da dietro all' innanzi, si posa sul suolo ed attende per puntellarsi il momento in cui la testa del femore, che continua a muoversi, giunge ad essere collocata verticalmente sopra il piede posato.*

Per conoscere perfettamente il trottare è d'uopo osservare che la gamba, dopo aver finita la sua oscillazione da dietro all' innanzi, non ha bisogno di descrivere una semi- oscillazione retrograda per essere puntellata verticalmente contro il suolo alla fine del tempo della caduta del corpo, e che, senza ciò, essa ritorna una seconda volta alla verticale, allorchè alla fine della sua oscillazione il suo piede si trova arrestato e ritenuto, mentre il tronco continua a recarsi innanzi, colla parte superiore della gamba. Se da un lato, conformemente allo scopo comune della corsa e del trottare (che è quello di percorrere la maggior estensione possibile di cammino senza toccare il suolo), non si deve ammettere alcun'oscillazione retrograda della gamba recata innanzi, e se, d'altro canto, la gamba non fa sforzo contro il suolo, che quando è giunta alla situazione verticale, si vede facilmente che le due condizioni non possono adempiersi che in un solo modo, cioè facendo sì che la gamba tocchi bensì il suolo nel momento della sua maggior escursione, e sia così arrestata nel suo movimento orizzontale, ma, non appoggiandola sull'istante, attendendo perciò che la testa del femore, la quale continua a recarsi innanzi, sia giunta perpendicolarmente sopra il piede posato, ed allora soltanto puntellando il membro contro il suolo. Siccome innanzi questo movimento, vi era bensì contatto fra il suolo e la gamba, ma non isforzo di questo ultima, il rimanente del corpo deve continuare a recarsi innanzi, appunto come avesse fin allora ondeggiato liberamente nell'aria. Possiamo dunque stabilire anche questa differenza tra la corsa ed il trottare, che, nella prima, il momento in cui la gamba si posa e quello in cui si puntella contro il suolo sono sempre confusi insieme, mentre, nel trottare, sono l'un dall'altro distinti, perchè in questo si tocca il suolo prima di fare sforzo sopra di esso.

§ 38. *Il tempo, dopo il quale una stessa gamba ripete tutti i suoi movimenti nello stesso ordine è eguale pure, nel trottare, alla doppia durata del passo, e si divide in tre porzioni, la prima delle quali, quella in cui la gamba ondeggia liberamente nell'aria, è la maggiore (maggiore delle altre due prese insieme), ed eguaglia la durata dell'oscillazione della gamba, mentre le altre due, nelle quali la gamba o tocca soltanto il suolo, o fa sforzo contro di esso, sono molto più corte e quasi eguali.*

Siccome la gamba deve oscillare più a lungo nel trottare che nella corsa, è d'uopo che il corpo abbia un moto di projezione più notabile, e che, per conseguenza, si sollevi per qualche tempo a maggior distanza dal suolo. Mentre il corpo si trova assai sollevato sopra il suolo, niuna gamba può fare sforzo contro quest'ultimo, nè mettersi con esso in contatto. Le due gambe ondeggiano dunque allora liberamente nell'aria. Ora questo tempo, durante il quale le due gambe ondeggiano liberamente nell'aria, aggiunto alla durata del passo, o da questa durata sottratto, dà (come nella corsa, giusta il § 27) una frazione di tempo, durante la quale una stessa gamba oscilla liberamente nell'aria, o la somma delle altre due frazioni (durante le quali la gamba tocca soltanto il suolo, o fa sforzo contr'esso); donde segue che la durata del passo è più piccola della prima frazione, ma maggiore della somma dell'altre due, per conseguenza, che il tempo in cui una stessa gam-

ba ondeggia liberamente nell'aria è maggiore della somma degli altri due, in uno dai quali la gamba non fa che toccare il suolo, mentre nell'altro si puntella contro esso.

Questa grande frazione di tempo in cui la gamba ondeggia liberamente nell'aria ha sempre la stessa durata allorchè, in questo intervallo (giusta il § 37), la gamba eseguisce precisamente un'oscillazione intera, ciocchè esige tutta la durata dell'oscillazione del membro (circa 0, 7 secondi), perchè, giusta il paragrafo precedente, la gamba si pone a contatto col suolo nel momento in cui, oscillando da dietro all' innanzi, giunge anteriormente al suo massimo di escursione.

Quando la testa del femore della gamba che consideriamo si trova perpendicolarmente sopra il suo piede, allora comincia il primo tempo di un doppio passo, in cui questa gamba si puntella, ed il cammino che la testa del femore percorre in questo primo momento è l' ampiezza d' escursione della gamba che oscilla nel momento seguente (cioè la distanza orizzontale fra il piede e la testa del femore al principio dell'oscillazione). Alla fine del secondo tempo in cui la gamba avea fatta un' oscillazione intera da dietro all'innanzi, il piede si trova tanto innanzi della testa del femore quanto al principio era indietro di essa. Finalmente, durante il terzo tempo, in cui la gamba che cessa d'oscillare non fa che toccare il suolo, la testa del femore (per ritornare, come al principio del doppio passo, alla situazione verticale sopra il piede) dee percorrere esattamente lo stesso cammino, cioè la stessa ampiezza di escursione della gamba oscillante nel tempo precedente (o la distanza orizzontale fra la testa del femore ed il piede alla fine dell'oscillazione), come fece nel primo tempo, e siccome la velocità della testa del femore (e del tronco intero), varia poco in questo rapido movimento progressivo, si richiede perciò quasi lo stesso corso di tempo, in guisa che il primo ed il terzo tempo sono ad un dipresso eguali.

§ 39. *Movimenti delle due gambe che avvengono simultaneamente durante un passo.*

Per rendere sensibili i movimenti delle due gambe ed il modo con cui si associano insieme, rappresenteremo i movimenti di ciascuna gamba giusta i tre tempi di un doppio passo, nei quali la maniera di comportarsi del membro offre essenziali differenze. Figuriamo il primo tempo quello in cui la gamba si puntella, con una linea retta; il secondo, quello, durante il quale la gamba oscilla, con una linea curva; il terzo, finalmente, in cui la gamba tocca soltanto il suolo, senza poggiare sopra, con una linea punteggiata. Disponiamo queste rappresentazioni dei movimenti delle due gambe in tal guisa che quelli che si effettuano simultaneamente sieno collocati verticalmente l'uno sopra l'altro. Se allora tiriamo delle linee verticali da tutti i principii dei tre tempi distinti per le due gambe, vediamo che il tempo di un passo semplice (in cui si alternano insieme le posizioni della gamba sinistra e della destra) si trova egualmente diviso così in tre porzioni, cioè una in cui una delle gambe si puntella, e l'altra ondeggia liberamente nell'aria (ciocchè abbiamo indicato con 1), una seconda in cui le due gambe ondeggiano liberamente nell'aria (ciò che è indicato da 0), finalmente una terza, nella quale una gamba ondeggia liberamente nell'aria, e l'altra tocca il suolo senza fare sforzo contro di esso (ciocchè indichiamo con $\frac{0}{0}$).



Si vede qui che il tempo, durante il quale una gamba oscilla, è maggiore della somma dei due tempi, nei quali essa fa sforzo contro il suolo, e lo tocca senza fare sforzo contro di esso; si vede ancora che i due ultimi tempi (che sono eguali), nei quali una gamba non fa dapprincipio che toccare il suolo, poi si puntella contro esso, corrispondono simmetricamente alla metà del tempo più lungo, durante il quale l'altra gamba oscilla liberamente nell'aria.

§ 40. *Il trottare è alla corsa come il cammino grave al cammino rapido.*

La differenza essenziale tra il passo grave ed il cammino rapido consiste in questo, che nel primo la gamba oscillante ha quasi terminata la sua oscillazione prima di posarsi sul suolo, dimodochè in questo istante essa forma un angolo grande quanto è possibile colla verticale che non la gamba posteriore. Appunto per ciò eziandio il trottare differisce dalla corsa, ed in modo ancora più sensibile, perchè, nel trottare, la gamba oscillante finisce interamente la sua oscillazione prima di posarsi sul suolo, dimodochè in questo istante, essa forma un angolo grande quanto è possibile colla verticale, mentre, nella corsa, la gamba si posa sempre verticalmente; perlochè l'angolo è nullo. Inoltre, nel trottare come nel cammino grave, il piede si mette a contatto col suolo prima del momento in cui dee puntellarsi, e, nell'uno come nell'altro, si suole toccarlo con una parte del piede più prossima alla cima che non è quella che esercita quindi lo sforzo. Finalmente, la durata del passo è più notabile nel trottare che nella corsa, come lo è maggiormente nel passo grave che non nel cammino rapido.

PARTE SECONDA

RICERCHE ANATOMICHE SUGLI ORGANI DELLA LOCOMOZIONE.

CAPITOLO I.

PROSPETTO GENERALE DELLA SITUAZIONE RECIPROCA E DEL MODO DI UNIONE DI TUTTE LE PARTI DELLO SCHELETRO.

§ 41. *Connessione delle principali parti dello scheletro.*

Per considerase la disposizione del corpo umano, avuto riguardo al cammino ed alla corsa, e separare ciò che vi è di essenziale sotto questo rapporto da ciò che è meno importante, dividiamo il corpo in due porzioni: quella che dev'essere portata, comprendente la testa, il tronco e le braccia, e quella che sostiene l'altra, le gambe. Si vedono queste due porzioni unite insieme nella tavola I, che rappresenta lo scheletro umano veduto lateralmente, e che è una copia della figura data da Albino, meno una rettificazione nella situazione della pelvi e nella forma della colonna vertebrale (1). Il ceppo della prima porzione è il tronco, che esso stesso, tutto intero ha per base la rachide o la colonna vertebrale, composta di sette vertebre cervicali, dodici vertebre dorsali, cinque vertebre lombari (tutte indicate con numeri nella figura), il

(1) Per risparmiare lo spazio, si cangiò la disposizione del braccio sinistro, che nell'originale si trova steso orizzontalmente.

sacro (S) ed il coccige (Co). Superiormente, sulla colonna vertebrale poggia la testa; a ciascuno dei suoi lati s' attaccano dodici coste, che, insieme allo sterno (St) formano la cassa del petto, a cui sono sospesi i due membri superiori o le braccia. All'ingiù sono attaccati alla rachide i due ossi innominati (P), che, col sacro e col coccige, formano la pelvi, mediante la quale il tronco intero poggia sui suoi sostentacoli, le due gambe. Effettivamente gli ossi cosciali s'annettono da ciascun lato al sacro mediante strati fibro-cartilaginosi e legamenti assai forti, che non permettono, loro alcun movimento, e siccome si uniscono pure fra essi anteriormente, ne risulta un cerchio osseo chiamato la pelvi. Si riconosce facilmente questa forma anellare, segando gli sporgimenti che all'insù ed all'ingiù partono dagli orli del cerchio, per esempio confrontando colla fig. 19 (tav. XVII), che è quella di un anello, la pelvi della fig. 17, all'orlo superiore della quale i due ilei furono tolti, o quella della fig. 18, in cui queste due specie d'ali non furono troncate che da un solo lato in guisa da lasciar distinguere nello stesso tempo la forma dell'intera pelvi. Il retto, gli organi orinarii e gli organi genitali passano per questo anello, che il bambino attraversa egli pure nel momento della nascita. Lo spazio che esso circonscrive è aperto dai due lati, nè si trova chiuso che inferiormente da un piano muscolare, attraverso il quale passano i canali già citati, e che fa sì che il tutto acquisti la forma a cui deve il nome di pelvi sotto cui è indicato.

Da ciascun lato del cerchio pelvico si trova un infossamento sferico, la cavità cotiloide, mediante la quale il tronco poggia sulle gambe. Nello scheletro intero della tavola I, questa cavità è coperta dalla testa del femore C, una metà della quale la riempie, mentre l'altra metà la oltrepassa. La tavola II offre la pelvi colla parte superiore del femore separata dal resto del tronco, e veduta per l'innanzi, nella situazione medesima che prende nell'uomo in piedi. La sua parte anteriore fu tolta mediante un tratto di sega passante verticalmente per le due cavità cotiloidi, in guisa che si scorge il corpo di queste e delle teste dei femori, e si può formare un'idea chiara del modo in cui la pelvi, e per essa il tronco intero, poggia sulle teste dei due femori, fra le quali è ritenuta. Come una tazza cilindrica, che si tiene fra due dita, non può muoversi che intorno ad un asse passante per le cime di queste due dita, così l'anello pelvico, quando le teste dei femori, fra le quali si trova inchiodato, sono fissate, non può neppur esso che girare intorno all'asse che passa per queste due teste. Affinchè fosse possibile far girare la pelvi da dietro all'innanzi, o dall'innanzi all'indietro intorno a quest'asse passante pel centro delle due cavità cotiloidi, il suo margine superiore ed il suo margine inferiore furono muniti di sporgimenti e di eminenze, a cui si attaccano indietro ed innanzi alcuni muscoli che si recano alla coscia come ad una manovella. Così, per esempio, che il muscolo retto anteriore della coscia (tav. XVII fig. 18), che congiunge insieme i punti a e b, si accorcii, la pelvi dee girare sul suo asse da dietro all'innanzi, ciocchè fa piegare il tronco all'innanzi. Che invece il muscolo semi-tendinoso od il semi-membranoso che entrambi uniscono i punti c e d all'indietro, si contraggano, la pelvi dee girare sul suo asse dall'innanzi all'indietro, ciocchè raddrizza il tronco e lo riduce alla verticale. Quando il tronco è verticale, il cerchio pelvico non lo è, ma presenta un'inclinazione. Quest'inclinazione della pelvi avea già fermata un tempo l'attenzione dei notomisti e degli ostetrici, poichè ha qualche importanza per gli organi racchiusi nel cerchio osseo; ma per lunga pezza fu inesattamente determinata. Indicheremo, in seguito, i mezzi, coi quali siamo giunti a determinarla con esattezza.

§ 42. *Composizione e flessibilità della colonna vertebrale.*

Sulla parte inferiore ed inflessibile della colonna vertebrale, cioè sul sacro solidamente unito all'anello pelvico sorge la porzione mobile di questa colonna medesi-

ma, per cui sola à serbata abbastanza di frequente il nome di rachide, e che porta tutto il rimanente della parte superiore del corpo. Questa porzione della colonna vertebrale è composta di ventiquattro cerchi ossei (vertebre) e di ventitrè cartilagini situate fra tutte le vertebre (ad eccezione della prima e della seconda), come pure fra l'ultima ed il sacro. Da queste cartilagini massimamente dipendono la forma serpentina e la flessibilità della colonna vertebrale.

La tavola I offre la colonna vertebrale veduta lateralmente, e connessa al resto dello scheletro; almeno se ne scorge tutto ciò che non è celato dai membri superiori e dalla pelvi. Ogni vertebra, ad eccezione della prima cervicale, si compone di due parti, l'una anteriore, più grossa, chiamata *corpo*; l'altra posteriore, più sottile, che porta il nome di *arco*: sui lati e sul di dietro di questa si osservano parecchie apofisi, alle quali si annettono dei muscoli che tirano sovr'esse come su impugnature, e muovono così le vertebre le une sulle altre. Fra i corpi, ed aderenti con essi, si trovano le cartilagini intervertebrali ad essi eguali in larghezza ed in grossezza; gli archi però sono uniti insieme mediante articolazioni. I corpi formano lo stelo della colonna vertebrale; gli archi producono un canale parallelo a quest'ultima, in cui è sospesa la midolla spinale. Alla rachide si attaccano le coste che si annettono a paia ad ogni vertebra, colle quali e collo sterno formano la cavità toracica. Ma, delle ventiquattro vertebre dodici soltanto portano coste, le altre dodici, poste tanto al disopra quanto al disotto, non prendono dunque alcuna parte alla formazione del petto. Per conseguenza, le vertebre si dividono in tre classi: le *dorsali*, che portano coste e concorrono a formare la cavità toracica; le *cervicali*, collocate sopra questa cavità; le *lombari*, situate sotto di essa. Così pure le cartilagini intervertebrali si dividono in *dorsali*, situate nel petto; *cervicali*, collocate fuori del petto, ma sopra di esso; e *lombari*, situate egualmente fuori del petto, ma sotto di esso. La cartilagine compresa fra l'ultima vertebra cervicale e la prima dorsale, e quella esistente fra l'ultima dorsale e la prima lombare, sono fuori del petto, ed appartengono, la prima alle cervicali, la seconda alle lombari.

La tavola VIII dà un'idea esatta e chiara della forma della rachide intera, e della situazione relativa di tutte le sue parti. È l'impronta del taglio verticale d'una colonna vertebrale divisa dall' innanzi all' indietro in due metà eguali. Ordinariamente, allorchè si eseguiscono simili tagli, cangia la forma delle parti, perchè l'equilibrio dei legamenti si trova distrutto, la cartilagine intervertebrale sporge sul taglio, e ne risulta uno spostamento delle vertebre l'una riguardo all'altra. Abbiamo evitato questo inconveniente racchiudendo in gesso il tronco di un cadavere a cui avevamo tolti visceri e muscoli per quanto era stato possibile senza ledere i legamenti della rachide e del torace, poi, segando il masso di gesso colla colonna vertebrale, nella direzione indicata. La vista della colonna vertebrale ottenuta in tal guisa offre dunque una rappresentazione esatta non solo della forma e della curvatura della rachide presa nel suo complesso, ma, altresì, della situazione delle diverse vertebre, e dell' angolo sotto cui la colonna si adatta alla pelvi. Essa ci dà finalmente un prospetto esatto dell'altezza di tutte le cartilagini intervertebrali, che, nello scheletro intero, riempiono gli spazii rimasti vuoti fra le vertebre nell' impronta. Abbiam fatto stereotipizzare la superficie di una colonna vertebrale così tagliata in due; e questa figura appunto offre la tavola VIII. Crediamo che tale maniera di rappresentare la colonna vertebrale, che si avvicina abbastanza alla natura, per poter fare a meno dei pezzi medesimi, meriti principalmente attenzione in quantochè ci era finora mancata un' immagine fedele della colonna vertebrale, e la tavola stessa, tanto vantata, d' altronde a buon dritto, della grand' opera d' Albino, è inesatta. Sulla nostra tavola I abbiamo ingrandita l' inclinazione della pelvi, troppo

debole in Albino, quanto era d'uopo per mettere questa figura in armonia almeno colle più deboli inclinazioni che si trovano in natura. La linea *ab*, sulla pelvi, ha nell'originale, la situazione $\alpha\beta$, ed $\alpha\beta$ forma con *ab* un angolo di 21 gradi. Si giudica benissimo, giusta la tavola VIII, dell'angolo che il cerchio pelvico forma coll'estremità inferiore della colonna vertebrale, angolo che ha qualche importanza pei suoi rapporti coll'inclinazione della pelvi riguardo all'orizzonte, o colla linea tirata dalla pelvi alla testa, e perchè di tutti questi angoli è il solo che non cangia mai. Si può misurarlo esattamente sulla tavola, ciocchè riesce impossibile sul vivo, e difficilissimo sul cadavero. Per maggior chiarezza abbiamo, nella tavola VIII, rappresentato colla lettera z l'angolo che la pelvi forma coll'orizzonte. Se all'angolo z si aggiunge quello indicato da y, si ottiene l'angolo che il cerchio pelvico forma coll'estremità inferiore della colonna vertebrale, e quest'angolo $y + z$ non cangia mai, perchè la pelvi si connette solidamente alla parte inferiore della rachide. L'inclinazione della pelvi relativamente all'orizzonte varia secondo la situazione del tronco, e, quando la si misura, è d'uopo indicare la situazione del corpo in cui la misura fu presa. Se, invece di essa, si misura l'angolo, che è costante, tale addizione non è necessaria. Finalmente, convien distinguere da questi due angoli l'inclinazione della pelvi relativamente al tronco intero, allorchè si determina la sua situazione da quella dei due punti terminali della colonna vertebrale, inclinazione che, nella stazione diritta sorpassa di un angolo retto o di 90 gradi, quella della pelvi sull'orizzonte, e che offre il mezzo più opportuno e più esatto di determinare esteriormente la situazione della pelvi, perchè la situazione e la flessione di tutto il tronco sono visibili all'esterno. Nel terzo articolo, in cui ci occuperemo più minutamente dell'inclinazione della pelvi avremo specialmente riguardo a quest'angolo.

La tavola VIII dà infine un'idea esatta dell'altezza di tutte le cartilagini intervertebrali, che, nello scheletro intero, riempiono i vuoti cui offre la figura fra i corpi delle vertebre.

Siccome l'intera colonna vertebrale si compone di vertebre, ciascuna delle quali forma un anello osseo all'indietro, un taglio che divide la rachide dallo innanzi all'indietro, per tutta la sua lunghezza, in due metà eguali, dee tagliare ciascuno di questi anelli su due punti, cioè, innanzi ed indietro. Ma nei due punti in cui ogni anello è tagliato si trovano, innanzi il corpo della vertebra, indietro l'apofisi spinosa dell'arco. La nostra tavola VIII rappresenta dunque il canale prodotto da tutti gli anelli, limitato anteriormente dalla serie dei corpi tagliati in due, e posteriormente, da quella delle apofisi spinose. Siccome i corpi delle vertebre lasciano fra essi alcuni intervalli che, nello scheletro intero, sono riempiuti dalle cartilagini intervertebrali, la forma della colonna vertebrale dipende non solo da quella dei corpi delle vertebre, ma anche da quella delle cartilagini intervertebrali. Questa forma della colonna è naturalmente serpentina come la nostra figura la rappresenta, senza che sia alterata dall'azione dei muscoli. La porzione cervicale è convessa innanzi, la dorsale indietro, e la lombare innanzi, ciocchè proviene principalmente da questo che i dischi cartilaginosi, che separano i corpi delle vertebre l'uno dall'altro, non hanno dappertutto la stessa altezza, ma sono ora più elevati innanzi e più bassi indietro, ora più alti indietro e più bassi innanzi, dimodochè fanno l'officio di cunei fra le vertebre, e queste descrivono una linea curva adattandosi le une alle altre. Tuttavia, per determinare con maggiore precisione la parte che prendono i corpi delle vertebre alla conformazione della colonna vertebrale, e quella che torna alle cartilagini intervertebrali, abbiamo misurato sul taglio, giusta il quale fu incisa la tavola VIII, l'altezza e la grossezza tanto dei corpi delle vertebre quanto delle cartilagini intermedie, e queste misure furono riunite nella tavola seguente.

La prima colonna dà il numero della vertebra, partendo dall' alto; la seconda, l' altezza media dei corpi; la terza, quella delle cartilagini; la quarta, la differenza d' altezza fra i lati anteriore e posteriore d' ogni corpo di vertebra; la quinta, quella dell' altezza fra i lati anteriore e posteriore d' ogni cartilagine intervertebrale; la sesta finalmente, la grossezza media delle cartilagini. Tutte le misure sono espresse in millimetri.

TAVOLA 1. *Misure dei corpi delle vertebre e delle cartilagini intervertebrali.*

NUMERO delle VERTEBRE	ALTEZZA MEDIA		DIFFERENZA D'ALTEZZA tra il dinanzi ed il di dietro		GROSSEZZA MEDIA delle CARTILAGINI
	dei corpi	delle cartilagini	dei corpi	delle cartilagini	
1	0,00	. . .	0,0		
		0,00	. . .	0.0	0,0
2	31,50	. . .	+ 3,0		
		2,70	. . .	+ 0,6	14,7
3	13,20	. . .	+ 0,8		
		3,55	. . .	+ 3,1	14,9
4	13,05	. . .	— 0.1		
		2,65	. . .	+ 1,3	14,2
5	13,20	. . .	— 0,6		
		3,75	. . .	+ 1,5	15,1
6	12,00	. . .	— 1,0		
		4.60	. . .	+ 1,2	15.9
7	13,00	. . .	+ 0,8		
		3,45	. . .	+ 0,1	15,2
	95,85	20,70	+ 1,3	+ 7,8	

NUMERO delle VERTEBRE	ALTEZZA MEDIA		DIFFERENZA D'ALTEZZA tra il dinanzi ed il di dietro		GROSSEZZA MEDIA delle CARTILAGINI
	dei corpi	delle cartilagini	dei corpi	delle cartilagini	
1	16,80	. . .	— 1,0		
		3,40	. . .	× 0,8	17,0
2	18,60	. . .	— 0,2		
		3,15	. . .	— 1,3	19,8
3	18,50	. . .	— 0,2		
		2,40	. . .	— 1,2	21,3
4	19,20	. . .	— 2,0		
		1.90	. . .	— 1,8	24,9
5	19,85	. , .	— 1,9		
		2,15	. . .	— 0,7	26,4
6	19,40	. . .	— 2,0		
		3,10	. . .	— 1,4	27,5
7	19,50	. . .	— 2,4		
		3,15	. . .	— 1,3	28,3
8	20,45	. . .	— 1,5		
		4,30	. . .	— 1,2	28,5
9	20,45	. . .	× 0,3		
		4,20	. . .	— 1,2	27,8
10	23,20	. . .	— 0,0		
		2,50	. . .	— 0,6	28,0
11	23,20	. . .	— 1,4		
		5.65	. . .	+ 0,7	28,8
12	23,80	. . .	— 1,0		
	242,95	34,90	13,3	— 9,2	
		4,70	. . .	+ 2,0	27,9
1	26,60	. . .	— 0,8		
		4,85	. . .	+ 2,1	29,1
2	28,15	. . .	— 1,1		
		6,90	. . .	+ 2,2	29,1
3	28,15	. . .	+ 0,7		
		6,85	. . .	+ 3,3	29,3
4	26,75	. . .	+ 1,7		
		6,65	. . .	+ 2,3	29,5
5 . , . . .	26,30	. . .	+ 6,2		
		10,90	. . .	+ 9,3	27,7
	135,95	42,85	+ 6,7	+21,1	

Confrontando le somme delle differenze d' altezza fra i lati anteriore e posteriore, contenute nelle colonne 4 e 5, pel collo, pel dorso e pei lombi, cioè:

.	DIFFERENZE D'ALTEZZA DEI CORPI DELLE VERTEBRE.	DIFFERENZE DI ALTEZZA DELLE CARTILAGINI.	SOMMA.
Al collo .	+ 1,9	+ 7,8	+ 9,1
Al dorso .	— 13,3	— 9,2	— 22,5
Ai lombi .	— 6,7	+ 21,1	+ 27,8

si vede che nel collo e nei lombi la curvatura della colonna vertebrale dipende principalmente dalla forma delle cartilagini intervertebrali, giacchè le superficie terminali della maggior parte delle vertebre cervicali e lombari (ad eccezione della seconda cervicale e dell' ultima lombare) sono quasi paralelle. Nella regione del dorso, invece, la curvatura della rachide dipende in gran parte dalla forma a cuneo dei corpi delle vertebre, e soltanto pochissimo da quella delle cartilagini.

La colonna vertebrale può, per la flessibilità delle cartillagini collocate fra le vertebre, cangiare questa forma che le è naturale, e piegarsi da diversi lati. La natura non ha dunque qui, come in altre parti del corpo, prodotta questa mobilità mediante articolazioni, ma per molte cartilagini molli e flessibili inserite fra gli ossi inflessibili, e pose così la midolla spinale, pendente nel canale, al sicuro da ogni contusione e distensione. I corpi dellevertebre colle cartillagini intervertebrali formano una colonna elasticissima che può curvarsi e torcersi in varie direzioni mediante muscoli fissati a lunghe leve che la sormontano (cioè : indietro le apofisi spinose, e lateralmente le apofisi trasverse, delle quali non è minore la lunghezza), ma che la elasticità delle sue cartillagini riduce sempre alla sua situazione naturale dacchè cessa la forza che agisce sopra di essa. Interessa massimamente studiare la struttura di queste cartillagini intermedie che le rende suscettibili d' estensione e di restringimento, struttura a cui non si trova l' eguale in alcun altra parte del corpo, e di cui E.-H. Weber diede la descrizione e la figura (1). Ciascun disco fibro-cartilaginoso compreso fra due corpi di vertebre si compone di strati lamellosi paralelli e verticali, in qualche guisa di cilindri membranosi incastrati l'uno nell' altro, il cui margine superiore e l'inferiore aderiscono alle due vertebre contigue. La tavola II mostra (fig. 1), all' estremità superiore del sacro, il taglio trasversale dell' ultima cartilagine intervertebrale lombare, e (fig. 2), il taglio verticale d' una cartilagine lombare più alta, tagliata dall' innanzi all' indietro. Ma le pareti di questi cilindri membranosi non si dirigono rettilineamente dall' alto al basso ; verso la periferia, in *ad* e *bc*, s' inclinano infuori ; verso il centro in *gf* ed *he*, si inclinano al di dentro. Allorchè s' inflette il corpo all' innanzi, questi cilindri si piegano al loro

(1) *Meckel*, 1827.

lato anteriore, e si spiegano al loro lato posteriore; se s' inclina all' indietro, essi piegansi indietro, si spiegano allo innanzi. Quando la colonna vertebrale si volge in un piano orizzontale, i cilindri membranosi comportano una torsione che non tarda ad arrestare il movimento con gran forza. Il nocciolo mediano dei dischi intervertebrali può, per la sua mollezza, piegarsi a tutte le forme che prendono i cilindri membranosi. Confrontando i corpi rigidi delle vertebre con queste cartilagini sì ammirabilmente disposte, si riconosce che tutte le flessioni della colonna vertebrale hanno questi per unico punto di partenza, in guisa che dalla loro lunghezza, grossezza e larghezza si dovrebbe poter conchiudere il grado di flessibilità d' ogni parte della rachide. Ma risulta dalla tavola precedente chè la lunghezza di tutte le cartilagini intervertebrali del collo è di 20mill., 7; quella di tutte le cartilagini del dorso, di 34,9; quella di tutte le lombari, di 42,85, e che i loro diametri sono, termine medio, di 15,0mill., 25,3, 28,0. I tagli trasversali sono adunque circa : : 225 : 460 : 784 (supponendo la larghezza ad un dipresso proporzionale alla grossezza, ciò che è realmente). Da ciò si può conchiudere che se le parti cervicale, dorsale e lombare della colonna fossero piegate da forze eguali, i loro angoli di flessione per l'elasticità, sarebbero ad un dipresso come

$$\left(\frac{20,7}{225}\right)^2 : \left(\frac{34,9}{640}\right)^2 : \left(\frac{42,8}{784}\right)^2 = 846 : 297 \text{ a } 298,$$

vale a dire che l'angolo di flessione sarebbe presso a poco il medesimo per la parte lombare e la parte dorsale (ad onta della loro ineguale lunghezza), e quasi tre volte maggiore per la parte cervicale (non ostante la brevità del collo).

I movimenti della colonna vertebrale sono limitati non solo dalla forza elastica delle cartilagini intervertebrali, ma anche delle articolazioni che uniscono gli archi vertebrali fra essi e gli ultimi di questi archi col sacro. Dagli orli superiore ed inferiore di ciascun arco di vertebra partono a destra ed a sinistra alcune apofisi oblique che si toccano reciprocamente con superficie articolari liscie. Le superficie contigue di queste apofisi oblique differiscono di situazione e di forma nelle vertebre cervicali, dorsali e lombari; dimodochè limitano diversamente il moto di queste vertebre, secondochè lo esige la sicurezza della midolla spinale inchiusa e degli organi situati all' innanzi. Da ciò proviene, per esempio, che le vertebre dorsali già pochissimo mobili per sè stesse, divengano quasi interamente immobili dall' innanzi all' indietro, ma restano capaci di girare intorno al loro asse verticale; che, invece, le lombari conservano la loro flessibilità dall' innanzi all' indietro, ma perdono totalmente la facoltà di piegarsi sul lato e di volgersi sopra sè stesse; che, infine, la gran mobilità delle cervicali non è da questa causa limitata in veruna direzione.

L'atlante differisce da tutte le altre vertebre; non si compone, come queste, di un corpo e di un arco, ma forma un anello di grossezza quasi eguale dappertutto; senza corpo, senza apofisi spinosa, che non si articola mediante cartilagini intervertebrali nè colla testa, nè col rimanente della colonna vertebrale, come le altre vertebre ed il sacro. Quindi risulta che il suo movimento non è limitato dall'elasticità di una cartilagine intervertebrale. Dalla costruzione particolare dell'atlante dipende la gran mobilità della testa, anche allora che la colonna vertebrale si trova fissata, mobilità di cui ci occuperemo nel paragrafo seguente, in cui esamineremo le articolazioni alla cui formazione è l'atlante adoperato.

§ 43. *Equilibrio e mobilità della testa sul tronco.*

La testa è articolata sulla colonna vertebrale in guisa da trovarvisi inequilibrio,

disposizione particolare dell'uomo cui la natura destina a camminare ritto. Negli altri animali la testa ha una notabile preponderanza all'innanzi: quindi hanno nella nuca un robusto legamento, detto cervicale, che unisce solidamente la testa alla colonna vertebrale e le impedisce di cadere. Manca questo legamento nell'uomo, poichè in questo la testa, quando è portata dritta, si trova sostenuta verticalmente sotto il suo centro di gravità, ed, in conseguenza, non poggia col suo peso che sulla base ossea che la sostiene. Preso un cadavere fresco, separammo la testa dal tronco sopra l'atlante, e la collocammo sulla faccia superiore piana ed orizzontale di un cilindro verticale in guisa che non la toccasse se non colle due facce articolari, mediante le quali si mette a contatto colla rachide. Giungemmo a porla in perfetto equilibrio su questa superficie piana, e vi rimase lunga pezza senza alcun sostegno, prima che la situazione elevata del suo centro di gravità la strascinasse da un lato. In tale stato di equilibrio, essa era perfettamente diritta colla faccia diretta all'innanzi ed appena sensibilmente all'insù, ad un dipresso come quando portiamo la testa assai diritta. Ora, allorchè la testa dell'uomo vivo è nella stessa posizione, dee mantenervisi in equilibrio, ed i muscoli che da essa si estendono al tronco non devono fare sforzo per ritenerla. Ciascuno può convincersene sopra sè stesso, stando ritto, e facendo passare alternativamente la propria testa per le varie situazioni della flessione e dell'estensione: si troverà così che l'indicata situazione è quella, nella quale si fa meno sentire il peso della testa.

La testa ha una gran mobilità sulla colonna vertebrale che la porta. Può non solo piegarsi molto innanzi ed indietro, ma anche volgersi sopra sè stessa, orizzontalmente in una estensione non meno notabile. Ma siccome la midolla racchiusa nella colonna spinale correrebbe gravi pericoli con una sola articolazione affatto libera che permettesse tutti questi movimenti, la natura ripartì la mobilità su due articolazioni, ciocchè, senza scemarla in nulla, rende la unione delle parti più solida e più sicura. Una delle articolazioni situata fra la testa e l'atlante, non si presta che ai movimenti di flessione e d'estensione, perchè è formato da due condili posti ai due lati del foro occipitale, condili le cui superficie cilindriche rivolte all'ingiù si adattano ad infossamenti egualmente cilindrici dell'atlante, ed il cui asse va orizzontalmente da destra a sinistra. L'altra articolazione che trovasi fra l'atlante ed il rimanente della colonna vertebrale, non permette alla testa che di volgersi in un piano orizzontale. Il corpo della seconda vertebra, l'asse, si prolunga effettivamente all'insù in un pernio rotondo di cui si vede il taglio in E, nella tavola VIII, e che attraversa l'atlante. Ma questo pernio non riempie tutta la cavità dell'atlante, perchè il canale vertebrale attraversa esso pure la stessa cavità, ed è d'uopo che la midolla spinale vi trovi uno spazio sufficiente per riporvisi; non occupa che la parte anteriore del cavo dell'atlante, ove si osserva un'incavatura cilindrica destinata a riceverlo, ed in cui è ritenuto da un legamento solidamente attaccato all'atlante che strettamente l'attornia. Intorno a questo pernio della seconda vertebra del collo, sommità dell'intera colonna dei corpi delle vertebre, la testa si muove allorchè si volge orizzontalmente da un lato all'altro, perchè l'atlante non può volgersi senza la testa, nè la testa senza l'atlante.

§ 44. *Flessione ed estensione dell'intero corpo dal sacro fino alla testa.*

Avendo la natura prese tante precauzioni per rendere possibile un cangiamento della situazione reciproca delle parti del corpo, si può già da ciò solo arguire che un tale cangiamento riesca spesso necessario e lo divenga massimamente per procurare al corpo, nei movimenti del cammino e della corsa, l'attitudine più vantaggiosa e più comoda onde poter continuare questi movimenti in mezzo alla diversità delle circostanze esteriori.

La mobilità delle parti l' una sull' altra non è maggiore di quanto esige lo scopo, spesso ci è facile, anzi necessario, camminare e correre in situazioni che diverrebbero per noi penosissime se restassimo in riposo. Convien dunque sapere quanta azione ci fu accordata per adattare il portamento del nostro corpo alle circostanze ed alla nostra attività. Abbiamo cercato qual sia l'estensione della flessione e dello stendimento possibile della pelvi, del petto e della testa l' uno sull' altro, e ne presenteremo il sommario per terminare le nostre osservazioni sulla parte superiore del corpo. Era, a tal uopo, necessario cercare in ciascuna sua parte almeno due punti fissi, sui quali si dirigesse la nostra attenzione in tutte le flessioni ed estensioni e misurare l' angolo che formano insieme le linee tirate da questi due punti. Basta riguardare a questi pochi punti allorchè si limita all'esame dei cangiamenti di situazione. I due punti fissi furono scelti nella testa dinanzi e dietro al sincipite, nel petto sullo sterno, nella pelvi sul sacro, tutti situati nel piano che divide il corpo in due metà laterali eguali, tutti collocati su parti ossee abbastanza sporgenti perchè la loro situazione potesse essere osservata indipendentemente dallo spostamento della pelle. Fissavamo tutti questi punti simultaneamente dopo avere sopra un piano orizzontale ove un uomo trovavasi collocato in guisa che tutte le flessioni ed estensioni fossero parallele a questo piano, disposti alcuni pezzi di legno a facce verticali adattati in tal guisa che tutti toccassero simultaneamente i punti osservati del corpo. Ciò fatto l' uomo poteva raddrizzarsi, purchè i pezzi di legno fossero sostenuti, e si potevano allora prendere le misure a bell' agio e con precisione indipendentemente dal corpo. Abbiamo trovato che il processo più opportuno e più esatto per prendere queste misure consisteva nel servirsi d' un ago calamitato, la cui divisione circolare sia portata sopra un disco quadrato che si volge in modo che il suo margine tocchi gli orli verticali dei pezzi di legno drizzati. Si impara così a conoscere gli angoli che formano tutte le linee col meridiano magnetico, e dietro a ciò si calcolano quelli che formano tra esse.

Se allora si misurano gli angoli che formano tra esse le linee segnate alla testa, sullo sterno ed alla pelvi, mentre la testa e la pelvi si avvicinano quanto più è possibile l' uno all' altra, ora indietro, ora innanzi, le differenze delle due misure danno il numero di gradi di cui le tre linee, o la testa, il petto e la pelvi, cangiano di situazione l' uno riguardo all' altra. Abbiamo eseguite queste misure su due uomini, e riuniti nella tavola seguente gli angoli di flessione e di estensione osservati.

TAVOLA 2. *Misura degli angoli di flessione d' estensione nel tronco.*

	SINCIPITE E STERNO.	STERNO E SACRO.	SINCIPITE E SACRO.
N.° 1 . .	147°	83°	23°
2 . .	175	85	260
Media . .	161°	84°	245°

Così, nella media di questi due casi, la testa poteva piegarsi sulla pelvi di 245 gradi, e ciò in tal guisa che quasi due terzi dell' angolo appartenessero alle vertebre cervicali ed all' articolazione cefalo-rachidica, ed un terzo soltanto alle vertebre lombari.

§ 45. *Mobilità delle braccia sul tronco.*

Alla parte superiore e più mobile del tronco, alla cassa toracica, sono attaccati da ciascun lato i due membri superiori; il pezzo che serve d' unione fra le braccia ed il tronco, o l' omoplata, può essere paragonato alla pelvi che fa lo stesso officio riguardo alle gambe ed alla colonna vertebrale; vi è solo questa differenza che l' omoplata non è nè congiunto nè immediatamente articolato colla colonna vertebrale o col tronco in generale, e non si attiene direttamente che alla clavicola Cl, che sola si articola collo sterno. Così, quando anche la cassa toracica fosse affatto immobile sulla rachide, le braccia avrebbero nondimeno due articolazioni di più che non le gambe, ciocchè torna importantissimo per le loro funzioni. Infatti, come le gambe servono a portarci verso gli oggetti, così le braccia hanno per officio di afferrare gli oggetti vicini e mobili ed accostarli a noi. Perciò le braccia hanno maggiore mobilità in ogni direzione: le gambe invece hanno piu solidità, ed i loro movimenti si riducono quasi unicamente a quelli di flessione e d' estensione. Mentre l' uomo non può toccare col piede un punto qualunque del proprio corpo, non vi è un solo punto di questo che ei non possa raggiungere colle mani, prendendo una attitudine conveniente. Le articolazioni delle gambe sono costrutte in guisa che si spiegano e si stendono a zigzag, ciocchè permette loro di accorciarsi e di allungarsi. Quelle delle braccia, invece, lo sono in modo che questi membri si piegano ad arco, ciocchè il rende più atti ad abbracciare gli oggetti e ad attorniarli d' accordo col tronco. Tal modo di costruzione e d' unione col corpo permette alle braccia di prestare importanti servigii nel cammino e nella corse, principalmente rapidi. È noto che questi due modi di locomozione divengono difficilissimi quando le braccia sono libere, la loro disposizione permette che pendano verticalmente lungo il tronco anche allorchè questo s' inclina nel cammino e nella corsa, si sollevino lateralmente, ed in virtù della loro inserzione elevata alla estremità del tronco, servano più facilmente di contrappeso a questo quando corre rischio di prendere l' equilibrio; finalmente, che eseguiscano oscillazioni per moderare l' influenza delle gambe oscillanti sul tronco, e mantenere questo più tranquillo.

§ 46. *Composizione delle gambe.*

Dopo avere esaminato la situazione reciproca ed il modo di azione di tutte la parti superiori del corpo che non appartengono, è vero, agli organi della locazione, ma nelle quali si osservano molte disposizioni che trovano da applicarsi e sono importantissime nei movimenti del cammino e della corsa, passiamo agli organi locomotori propriamente detti, i membri inferiori o le gambe, ed alla loro unione col corpo; passeremo rapidamente sulla loro forma, sulla loro situazione e sul modo con cui le loro parti sono insieme unite.

La parte inferiore del corpo (le gambe) porta la superiore (il tronco), che alla sua volta porta la testa, ed il tronco è in equilibrio sulle gambe come la testa sul tronco, vale a dire, esse lo sostengano senzachè debbono i muscoli ritenerlo. Questo equilibrio però non può esistere in tutte le situazioni del tronco, come nella testa non ve ne è qui che una sola, che è la situazione dritta nello stato di riposo, e la situazione inclinata nel cammino e nella corsa. Le gambe, lo sappiamo, non sono neppur esse appoggi semplici e rigidi; si dividono in più segmenti sovrapposti. Infatti, il tronco appoggia sulle coscie, le coscie sulle gambe, le gambe sui piedi ed i piedi finalmente sul suolo. Ma passa questa differenza che, mentre la testa pog-

gia costantemente sul tronco, accade spesso il contrario per le gambe, principalmente nel cammino e nella corsa, vi sono cioè circostanze in cui la coscia si trova sospesa al tronco, la gamba alla coscia ed il piede alla gamba, e che frequente si osserva una rapida alternativa d'appoggio e di sospensione o di sospensione e d'appoggio. Le articolazioni fra le parti del membro inferiore hanno dunque usi più variati che non quelle fra le parti del tronco, e tale varietà d'usi influì molto sul loro modo di costruzione. Ci proponiamo d'investigare qual sia questa influenza e come si eserciti.

Le gambe sono appoggi mobili, atti ad accorciarsi e ad allungarsi. Primieramente si compongono d'ossi che si toccano naturalmente con superficie articolari lisce, e che alcuni legamenti mantengono in contatto congiungendoli solidamente l'uno all'altro. Questi legamenti permetton loro di muoversi l'uno sull'altro per quanto è d'uopo onde adempire le loro funzioni, ma si oppongono ad ogni movimento superfluo. Le ossa ed i legamenti costituiscono dunque insieme la parte passiva degli organi locomotori, quella che è mossa non da forze interne, ma unicamente da forze esterne. Secondariamente, da un osso all'altro, come pure dal membro inferiore al tronco, passano superando ora una sola articolazione, ora parecchie, dei muscoli, cioè corde capaci di divenire a talento più corte e più tese in certi limiti e per breve corso di tempo, ciocchè permette loro d'imprimere alla situazione degli ossi uniti insieme i cangiamenti necessarii onde raggiungere uno scopo determinato, oppure mantenere tale situazione quale fù presa ad onta delle forze esteriori che tendono a modificarla. I muscoli sono dunque la parte attiva dell'apparecchio locomotore.

Il segmento superiore del membro pelvico, quello che unisce quest'ultimo al tronco, porta il nome di coscia. Non è formato che di un solo osso, il femore (tav. I, *Fe*); ma quest'osso è assai lungo, solidissimo ed in gran parte cilindrico. Ha una forma assai curva, dimodochè una linea tirata dalla sua estremità articolare superiore alla sua estremità articolare inferiore passa in fuori di esso in una parte della sua estensione. La sua estremità superiore, ricevuta nella cavità cotiloide della pelvi, e che si chiama testa del femore, non si trova infatti nel prolungamento della sua porzione cilindrica, ma all'estremità di un ramo laterale il collo del femore, che si attacca a questa porzione cilindrica sotto un angolo leggermente ottuso. Questa forma particolare, mediante la quale si distingue sul momento il femore da tutti gli altri ossi, fa sì che i molti e forti muscoli che vanno dal lato interno della coscia alla pelvi abbiano luogo per riporvisi, che le due gambe non trovino difficoltà nei loro movimenti, e che i muscoli rotatori, estesi dalla pelvi alla coscia, trovino al lato convesso dell'osso un punto di unione, ove, come la mano dell'operaio applicata al trapano, possano far girare il femore sul suo asse, vale a dire intorno alla linea retta che passa per le due sue estremità articolari.

È facilissimo osservare esteriormente nell'uomo vivo l'estremità con cui termina in su la porzione cilindrica del femore, e che porta il nome di gran trocantere (*Tr.*) Questa eminenza è situata alla medesima altezza della testa del femore, e può quindi servire a determinare l'altezza di questa testa profondamente celata nell'interno del membro.

Il secondo segmento del membro inferiore, chiamato gamba, ha una lunghezza eguale a quella della coscia; ma è molto più diritto e formato di due ossi. Questi non sono eguali in lunghezza. Il più grosso ed il più forte dei due chiamato tibia, è perciò per sè solo tanto lungo quanto l'intera gamba; solo si articola pure colla coscia e col piede, dimodochè sola egualmente sostiene il peso del corpo che poggia sovr'esso. L'altro osso chiamato peroneo è sottilissimo e pressochè immobile sulla

tibia con cui si articola. Non s'estende in sù fino alla coscia, ma giunge inferiormente sino al piede, all'articolazione del quale concorre. Quest'osso sembra servire principalmente a fornire ai muscoli convenienti punti d'inserzione.

Il terzo segmento del membro inferiore, od il piede, non racchiude, come gli altri due, delle ossa che abbiano una lunghezza eguale a quella del segmento medesimo; si compone di una serie di pezzi ossei, tutti più corti di esso. Sulla parte media del piede che, eccettuando l'astragalo, forma l'intero piede fino alle dita, questi ossi sono solidamente uniti insieme e quasi immobili l'uno sull'altro. La porzione media ed inflessibile del piede serve dunque ora ad offrire punti di contatto più numerosi col suolo, allorchè appoggiamo tutta la pianta, ora, quando solleviamo la parte posteriore od il tallone, ad allungare la gamba ed a portare il corpo con la sua rigidezza. Essa presenta indietro, sulla sua faccia superiore, una fossa articolare profonda, in cui l'osso superiore del tarso o l'astragalo (*T*) e con esso la gamba si muovono assai liberamente. L'astragalo adempie qui lo stesso officio dell'atlante nell' articolazione della testa colla colonna vertebrale. Esso stabilisce una doppia applicazione del piede alla gamba, ciocchè procura maggiore solidità, senza d'altronde nuocere alla mobilità, che non farebbe una sola articolazione libera.

All' innanzi, questa porzione immobile dei piedi tocca le dita mobili che dobbiamo qui separare dal piede, e riguardare come un quarto segmento del membro inferiore, perchè ha funzioni per la maggior parte diverse da quelle del piede, tanto nella stazione quanto nel cammino e nella corsa. Le dita non sono atte, come il resto del piede, a portare il peso del corpo, perciò non possiamo alzarci sulla loro estremità anteriore ma soltanto fino alla loro estremità posteriore: esse servono, quando il piede è sollevato sulla parte anteriore del metatarso, a procurare alla gamba un solido appoggio, che non prende alcuna parte ai suoi movimenti, ma che può coi muscoli intermedii, ora arrestare ed ora ingrandire i movimenti della gamba e di tutto il corpo. Per essi in particolare l' equilibrio del corpo si trova mantenuto nella stazione sulle dita del piede. Effettivamente, come una bacchetta verticale non resta ritta da sè e non tarda a cadere dacchè comincia a deviare dalla perpendicolare, quando non vi è una forza, per esempio la sua elasticità (se essa si trova stretta alla base), che la ritenga, così pure la gamba poggiata sulle estremità anteriori del metatarso cadrebbe, e con essa tutto il corpo, appena cominciasse a scostarsi dalla verticale, se quivi non fossero le dita del piede, che la ritengono colla forza dei loro muscoli. Le dita hanno egualmente nel cammino e nella coscia, funzioni diverse da quelle del resto del piede: sono quindi disposte in tutt'altra guisa, ciocchè obbliga a studiarle partitamente. Questo quarto segmento del membro inferiore si compone di molti ossi ma mobilissimi, e può addattarsi al suolo in tutte le situazioni del piede.

§ 47. *Modo di congiunzione e mobilità dei segmenti della gamba.*

Le articolazioni dei quattro segmenti del membro inferiore tra essi e col tronco esigono uno esame minuzioso, per la svariata loro disposizione, che ha grande importanza nelle funzioni che adempiono, e per cui esse esercitano l'officio principale nel meccanismo degli organi locomotori. Per esempio, l'articolazione della coscia è una noce, in cui le superficie sferiche più belle e più perfette si toccano naturalmente. Il semidiametro di queste sfere e la parte della loro superficie con cui si toccano sono notabili: l'estensione del semidiametro permette che la testa sia solidissimamente unita al rimanente dell'osso mediante un collo fortissimo; quella della superficie di contatto procura solidità e precisione al portamento del tronco relativamente al membro inferiore. L'articolazione della coscia è fra tutte le articolazioni del corpo quella che ha le più ampie superficie di contatto, e tuttavia possede nello

stesso tempo, tale mobilità, che, quando il membro si trova sospeso al tronco, oscilla come un pendolo, perchè le due superficie sferiche, che, anche durante la sospensione della gamba, si applicano si esattamente l' una contro l'altra che non può tra esse penetrare nè aria nè altro liquido, hanno appunto l'estensione richiesta perchè la pressione atmosferica, agendo sul membro, porti il peso di quest' ultime, e quindi le faccia equilibrio. Dà ciò avviene che, non ostante la estensione delle superficie che si toccano, non accade tuttavia fra esse sfregamento come se ne eserciterebbe se la gamba gravitasse immediatamente con tutto il proprio peso sulla pelvi. La pressione del membro sulla cavità cotiloide svanisce perchè l' aria solleva la gamba. Per verità l' aria preme pure contro la pelvi con egual forza ma questa porzione della pressione atmosferica è compensata dall' altra gamba che ritiene la pelvi, dimodochè le due superficie articolari si mantengono in contatto senza esercitare reciprocamente alcuna compressione l'una sull' altra. L' articolazione del ginocchio è e un meccanismo di specie affatto particolare, per cui, durante l' estensione, attitudine nella quale la gamba serve di appoggio, gli ossi articolati insieme hanno i loro movimenti assai più limitati che non sono durante la flessione, in cui la gamba ed il piede devono, per poter servire all'arrampicarsi ed adempiere diverse funzioni in un individuo seduto, avere una immobilità simile a quella dell' antibraccio e della mano, mobilità utile in simil caso, ma che nuocerebbe nel cammino. Tal disposizione particolare dell' articolazione del ginocchio procura al piede (come alla mano quella del gomito) la facoltà di mettersi in pronazione e supinazione. Ma tal movimento non può effettuarsi nella gamba se non in quanto essa è piegata: giacchè, nello stato d' estenzione lo impedisce la disposizione del ginocchio medesimo. La congiunzione della gamba col piede si opera, come quella della testa, mediante due articolazioni distinte; la soperiore, fra la gamba e l' astragalo, è una cerniera il cui asse orrizzontale si dirige da sinistra a destra, che quindi, allorchè la gamba poggia ed il peso del corpo comprime le due superficie articolari, non permette alla gamba che di piegarsi innanzi ed indietro; lo inferiore tra l'astrogalo ed il rimanente del piede invece ha un asse orizzontale che taglia il precedente quasi ad angolo retto, che si dirige cioè dall' innanzi all' indietro, e che, in conseguenza, permette alla gamba di volgersi da un lato all' altro sul piede. Così, mediante queste due articolazioni, la gamba (e con essa tutto il corpo) può muoversi in ogni direzione avuto riguardo al piede in riposo; mentre ciascuna di esse hà la solidità di un' articolazione limitata a movimenti in un solo verso.

L' estensione dei movimenti di tutti i segmenti del membro inferiore che si compiono per azione simultanea di tutte queste articolazioni, e che trovano principalmente la loro applicazione nel cammino rapido e nella corsa, fù da noi misurata ad esclusione del movimento delle dita, che è per verità notabilissimo ma di cui non si può prendere l' esatta misura. Lo fù nei medesimi individui e mediante lo stesso metodo che ci servì per misurare la flessibilità del tronco (§ 44). Se dunque riuniamo i risultati precedentemente ottenuti riguardo alla flessibilità del tronco con quelli di codeste misure, giungiamo a formarci una idea chiara della flessibilità che i varii segmenti del corpo possedeno nella direzione parallela al piano che un uomo percorre camminando o correndo.

TAVOLA 30. *Misura degli angoli di flessione e di estensione nel tronco e nelle gambe.*

	SINCIPITE E STERNO.	STERNO E SACRO.	SACRO E COSCIA.	COSCIA E GAMBA.	GAMBA E COLLO DEL PIEDE
N. 1. .	147°,0	83°.0	+ 75°,5	—153°,1	+ 53°,6
2. .	175°,0	85°,0	+ 96°,5	—136°,5	+ 72°,0
Media. .	164°,0	84°,0	+ 86°,0	—144°,0	+ 62°,8

Le flessioni delle tre articolazioni della gamba, prese insieme, sono dunque:

N. 1. (75,5—153,1 + 53,6) = — 24°,0
2. (96,5—136,5 + 72,0) = + 32°.0
Media. + 4°,0

Le tre articolazioni del membro inferiore, quella dell'anca, quella del ginocchio e quella del piede, non possono agire alternativamente che in direzione opposta nel piano da dietro all' innanzi, partendo dalla situazione verticale. La prima non può piegarsi che innanzi, la seconda indietro, la terza innanzi. Per tale direzione opposta abbiamo nella tavola distinta la flessione dell' anca e del piede col segno positivo, e quella del ginocchio col segno negativo. Scorgesi da ciò che la flessione del ginocchio sola è quasi eguale alla somma delle flessioni delle altre due articolazioni in guisa che le flessioni delle tre articolazioni si distruggono reciprocamente, o in altri termini, che la situazione del tronco relativamente ai piedi rimane senza cangiamento colla somma delle flessioni delle tre articolazioni. Se, per esempio, il tronco fosse verticale, mentre il piede s' inclinerebbe di trenta gradi riguardo al suolo, conserverebbe la sua verticalità dopo la flessione simultanea delle tre articolazioni, purchè non cangiasse l' inclinazione del piede. Ma, in quest' impiego sisimultaneo delle tre articolazioni, il tronco non conserva soltanto la sua situazione verticale, resta pure sulla medesima verticale; giacchè quando stiamo sulle dita del piede possiamo, piegando le tre articolazioni, recare subitamente il tronco vicino la terra, e con un movimento inverso rialzarlo non meno subitamente senza perdere l' equilibrio. Questo rapporto particolare, che esiste fra i movimenti dei varii segmenti dei membri inferiori, dipende da ciò che, indipendentemente dal modo con cui s' alternano le flessioni nelle tre articolazioni e dell' estensione di cui sono suscettibili, vi ha una relazione determinata fra le lunghezze delle leve o dei segmenti compresi fra due articolazioni, che, cioè, la gamba e la coscia hanno una lunghezza ad un dipresso eguale. Le due cose sarebbe impossibili se le gambe si prolungassero, non a zigzag, ma ad arco, come le braccia, per esempio, se il

ginocchio si piegasse innanzi invece di piegarsi indietro. Se a queste misure aggiungiamo ancora le determinazioni relative alla lunghezza dei varii segmenti della gamba, possiamo trovare dietro ciò, quali sono la massima e la minima lunghezza che possa avere la gamba, o la linea retta che unisce insieme il centro della testa del femore e quello della piccola testa del metatarso. Conformemente alla costruzione delle gambe, sono in esse quattro punti sempre ad eguale distanza l'uno dall'altro qualunque sia la situazione del membro. Queste distanze erano, termine medio, nella tavola precedente (n. 1 e 2), cioè :

	milli.
Pei centri della testa e dei condili del femore . . , .	380,0
Pei centri dei condili e della carrucola dell'astragalo . .	420,0
Pei centri della carrucola dell'astragalo e della piccola testa del metatarso	136,0.

Inoltre, i primi tre punti uniti in linea retta formavano, nella maggior estensione, un angolo di 184°,8 , e nella massima flessione, un angolo di 40 gradi ; erano dunque suscettibili, giusto la tavola precedente, di un cangiamento angolare di 144°,8. Dippiù, il secondo, il terzo ed il quarto punto formavano, nella massima estensione, un angolo di 157°,4, e nella massima flessione, un angolo di 94°,6, dimodochè, giusta la tavola precedente, erano suscettibili di un cangiamento angolare di 62°,8. Quindi risulta per la lunghezza della gamba,

	milli.
Nella massima estensione	924,26
Nella massima flessione	404,74 ;

termini dai quali la maggiore e la minor lunghezza a cui possa la gamba giungere in generale poco differiscono. Con misure immediate prese sull' uomo, n. 1 della tavola precedente, che potea piegare la gamba un poco più del n. 2, abbiamo trovato

	milli.
Per la massima lunghezza del membro	945,5
Per la minima lunghezza	337,7.

§ 48. *Situazione del centro di gravità e ripartizione della massa del corpo umano.*

Borelli è il solo, a nostra cognizione, che abbia intrapreso e fatto conoscere esperienze sul cadavere, avanti per iscopo di determinare la situazione del centro di gravità del corpo umano. E' indispensabile conoscere la situazione del centro di gravità non solo di tutto il corpo, ma anche del solo tronco ; giacchè siccome per una verga portata sul dito la distanza, alla quale il suo centro di gravità si trova dal dito ha molta importanza , così importa sapere nel cammino a qual distanza si trovi il centro di gravità del tronco dal punto ove quest' ultimo poggia sulla gamba, e quanto quello di tutto il corpo sia lontano dal punto ove la gamba si appoggia sul suolo. Siccome Borelli non indicò se non ad un dipresso la situazione del centro di gravità (colle parole *inter nates et pubin*), abbiamo cercato di determinarlo più precisamente. Per giungere a tale scopo abbiamo bensì adoperato il metodo di Borelli, che consiste nello stendere il corpo sopra una tavola, e nel porlo in equilibrio

sopra un piano orizzontale; ma invece di tentennare colla tavola e col corpo insieme, abbiamo cominciato dal metter la tavola in equilibrio, e non tentennammo quindi che sul solo corpo. In tal guisa la misura divenne affatto indipendente dalla tavola. Inoltre, non abbiamo cercato di riconoscere immediatamente la situazione di equilibrio del corpo medesimo, ciocchè non riesce possibile in tale posizione, perchè il corpo tende sempre a piegare più verso un lato che verso l'altro; ci limitiamo per maggior sicurezza, ad osservare il traboccamento della tavola da una sola parte, ed abbiamo ripetuta la misura, dopo aver rivoltato il corpo su questa tavola. Siccome una delle misure dava la situazione del centro di gravità troppo insù appunto quanto l'altra la dava troppo giù, la media delle due indicava la vera situazione di questo centro (1). Sopra un uomo, la cui statura era di 1669,2 millimetri,

(1) Abbiamo presa a tal uopo una tavola piallata, lunga sette piedi, sopra uno di larghezza (tav. XVII, fig. 20, AB). Questa tavola fu poggiata orizzontalmente sull' estremità rotonda di un' altra tavola drizzata verticalmente in guisa che vi stesse in equilibrio; la situazione fu segnata con due linee sulla faccia con cui la tavola orizzontale toccava la verticale, e nel corso delle sperienze si osservavano di frequente queste linee per vedere se mai si fossero spostate. Fu collocato un sostegno sotto la metà A delle tavole. Prese tutte queste disposizioni, un uomo spogliato dei suoi vestiti si coricò sulla tavola, volgendole il dorso, stendendosi in tutta la sua lunghezza, e procurando che il centro di gravità del proprio corpo cadesse ancora sulla metà sostenuta della tavola ove aveva pure appoggiata la testa. Quindi mediante piccoli movimenti della rachide si traeva con molta circospezione e lentezza, senza nulla cangiare nella situazione rispettiva delle sue parti, verso la estremità B della tavola, sinchè questa estremità divenisse un poco più pesante dell'altra. Allora si fa cadere una perpendicolare dal sincipite sulla tavola, e si segna il punto ove la linea incontrava quest' ultima. Siccome la sola tavola si era trovata in equilibrio ed il corpo l'avea fatta piegare dal lato B, era d' uopo che il centro di gravità del corpo avesse d'un poco oltrepassato il piano verticale passante per l'asse d'oscillazione della tavola. L'esperienza fu quindi ripetuta senza spostare la tavola, ma avendo cura questa volta di mettere la testa dal lato B, che occupavano prima i piedi mentre il centro di gravità del corpo trovasi, come la prima volta, collocato nella parte A, dove ora posavano i piedi. L'uomo allora si traeva a poco a poco, come nella prima esperienza, verso l' estremità B, finchè questa parte superasse alquanto l'altra; si facea cadere una perpendicolare sulla tavola, e si segnava con una linea il punto ove si arrestava. La distanza fra le due linee, divisa in due, dava quella fra il sincipite ed il centro di gravità. Questo metodo permette di operare con gran rapidità; ha pure molta precisione, perchè non si ha bisogno di ristabilire compiutamente l'equilibrio, e le minime differenze, purchè sieno ad un dipresso eguali non esercitano alcuna influenza sul risultato finale. Infatti, il centro di gravità del corpo doveva avere presso a poco la stessa situazione nella seconda esperienza che nella prima, perchè la tavola piegasse dallo stesso lato B. Il corpo era dunque stato messo in due situazioni opposte, senza spostamento del suo centro di gravità. Una verticale passante pel centro dovea dunque trovarsi, nelle due sperienze, ad eguale distanza dalla perpendicolare abbassata dal sincipite, e quindi tagliare in due la distanza fra le due perpendicolari il cui segno era stato fatto sulla tavola. Dietro una serie di misure prese indipendentemente l'una dall' altra, trovammo per questa distanza:

	mill.
Massimo di valore	1445,5
Minimo di valore	1441,5
Per conseguenza, valore medio. . .	1443,0

La distanza fra il sincipite ed il centro di gravità era dunque di 721mill.,5. Se si deduce questa somma della lunghezza di tutto il corpo, che aveva, coricato, 1669,2 millimetri, si ottiene, per la distanza del centro di gravità al tallone, 947,7 millim. Ora giusta le nostre misure, la distanza fra la sommità del gran

dopo una serie di misure prese l' una indipendentemente dall' altra, ottenemmo per la distanza

		mill.
Fra il centro di gravità ed il sincipite	. . . . . .	721,5
Fra questo centro ed il tallone	. . . .	947,7
Fra esso e l' asse di torsione dell' anca	. . . . .	87,7.

Finalmente, sullo scheletro di un uomo della medesima statura, abbiamo misurata la distanza verticale fra il promontorio e l'asse di rivoluzione della articolazione dell' anca, e l' abbiamo trovata di 79mill., 0; ora siccome questa distanza non può variare che pochissimo in individui d' eguale statura, si può dedurre da ciò una quarta determinazione della situazione del centro di gravità, stabilire cioè che la sua distanza dal promotorie è di 8mill., 7.

Ci parve preferibile cercare la situazione del centro di gravità in un solo individuo, ben conformato, misurando la distanza che lo separa da più punti del corpo assai lontano l' uno dall' altro, ma facili a trovarsi sullo scheletro, anzichè tentare di ottenerla ripetendo la stessa misura su molti individui; perciocchè, secondo la natura stessa delle cose, la media dedotta dai dati, ai quali giungevamo in tal guisa, dev' esser assai più indipendente delle molte anomalie che s' incontrano, che non può essere un' unica misura come quella, per esempio, data da Borelli.

Dopo aver tolta una gamba ad un cadavere trovammo il centro di gravità più elevato, quasi all' altezza dell' ombelico: dopo l' ablazione delle due gambe, lo era ancora maggiormente a livello dell'appendice xifoide e dell'estremità inferiore dello sterno. Essendo il centro di gravità del tronco collocato tanto insù, è d' uopo che, quando il tronco è portato soltanto sulle teste dei femori, come nella stazione e nel cammino, si trovi, almeno approssimativamente, in equilibrio, per risparmiare ai muscoli un inutile e notabile dispendio di forza. Ciò posto, è pur d' uopo che il centro di gravità del tronco sia nel piano che, nell' uomo ritto, passa verticalmente per le due teste dei femori. Si può determinare questo piano approssimativamente sospendendo, allato di un uomo che sta ritto, due perpendicolari nel piano verticale che passa per le due teste dei femori, ed osservando quali sieno le parti del corpo che taglia il piano verticale in tal guisa segnato. Risulta da questa esperienza che sulla testa questo piano passa ad un dipresso per le due apofisi mastoidee situate sui lati dell' atlante. Ma, come l' estremità superiore della colonna vertebrale è perpendicolare sopra il centro di gravità, così la sua estremità inferiore lo è al disotto; giacchè, ove si seghi verticalmente una pelvi collocata dritta facendo passare lo strumento pel mezzo delle sue cavità cotiloidi (*vedi* § 61), la superficie del taglio passa per la base del sacro o per l' estremità inferiore della porzione mobile della colonna vertebrale. Da ciò segue che il centro di gravità del tronco cade sulla linea retta tirata da un estremità all' altra della rachide, circa alla medesima altezza dell' appendice xifoide dello sterno.

La gran mobilità dei segmenti, di cui si compongono i membri inferiori, fa si che essi non possano, per la sola rigidezza dei loro ossi, portare il centro di gravità del corpo che in una sola ed unica situazione, allorchè questo centro occupa un

trocantere o l'asse di rivoluzione dell'articolazione della coscia che si trova alla medesima altezza del gran trocantere, ed il tallone era di 860,0 millimetri. Per conseguenza, il centro di gravità era di 87,7 millimetri sopra l'asse di torsione che congiunge le due teste dei femori.

piano verticale racchiudente nello stesso tempo i centri delle due teste dei femori, le linee di contatto delle superficie delle articolazioni dei ginocchi e gli assi delle articolazioni dei piedi, caso in cui la gamba si trova in equilibrio sul piede, la coscia sulla gamba, ed il tronco sulle due cosce. Ma è chiaro per sè che in una si precaria situazione l'equilibrio non può durare. Il minimo urto basterebbe adunque per fare uscire il centro di gravità del corpo dalla situazione d'equilibrio, e farlo cadere, se non vi fosse una forza che lo riconduce a questa posizione d'equilibrio, esso ed i suoi sostegni, appena se ne sono soltanto di poco allontanati. Tal officio appartiene ai muscoli del membro inferiore, che riconducono sull' istante ogni segmento, appena si toglie dalla situazione in cui trovasi in equilibrio.

L'articolazione dell'anca e quella del ginocchio sono disposte in guisa, che, partendo dalla situazione diritta, non possono estendersi se non di pochi gradi, la prima indietro la seconda innanzi. Perciò, quando vogliamo star fermi e nello stesso tempo tranquilli, senza fare alcun uso dei muscoli, stendiamo le due articolazioni oltre la loro situazione d' equilibrio, finchè abbiano raggiunto il loro massimo di estensione, posizione nella quale il centro di gravità del corpo non è più perpendicolare che sopra l'articolazione del piede; giacchè quella della coscia trovasi al dinanzi e quella del ginocchio indietro di una linea verticale che passasse per esso. Allora, infatti, la pressione che esercita il corpo sui suoi sostegni col suo peso, agisce come se l'articolazioni della coscia e del ginocchio dovessero estendersi ancor maggiormente, al che si oppone tuttavia l' elasticità dei loro legamenti, tutto il corpo è allora portato, fino l' articolazione del piede, dalle ossa delle gambe e dai loro legamenti, e non ha bisogno di essere mantenuto in equilibrio dai muscoli come un' unica massa rigida, che sul solo piede. Ma quando le ossa delle gambe non si trovano in questa situazione, quando sono invece piegati e quindi accorciati al ginocchio ed all' articolazione del piede, come nel cammino o nella corsa, o quando i piedi si sono alzati fin sulle estremità anteriori del metatarso, le gambe non possono più portare il peso del corpo da sè sole per la loro rigidezza, ed i muscoli devono supplire colla loro azione al difetto di rigidezza dello scheletro osseo. I muscoli sostengono dunque allora una porzione del peso del corpo tanto più notabile quanto più le ossa si discostarono dalla loro situazione diritta. Possiamo dunque riguardare i muscoli delle gambe come organi atti a convertire in rigidi sostegni i segmenti flessibili l' uno sull' altro, in qualunque situazione questi si trovino, e quindi a render possibile la progressione del corpo sui membri inferiori.

§ 49. *Riunione d' altre disposizione del corpo con quelle del cammino e della corsa.*

Queste osservazioni sulla configurazione degli organi locomotori e sulle loro proporzioni tanto fra essi quanto riguardo al resto del tronco, aggiunte a quelle che faremo nei capitoli seguenti sulle articolazioni della gamba, possono servire a porgere esempii della finezza di tatto con cui seppe la natura, nella organizzazione dell' apparecchio locomotore, addattare i mezzi allo scopo, ciocchè spiega perchè essa ricorse si di frequente a tali mezzi in una costruzione tanto semplice. Vediamo confermato così ciò che già risulta dall' osservazione generale sul cammino e sulla corsa, che quantunque codeste due maniere di movimento non sieno che una sola delle destinazioni di si ammirabile organismo, di cui le altre escono dai limiti, nei quali dobbiamo qui restringerci, tuttavia la struttura di tutto il corpo è disposta come se tutte le misure fossero state prese in vista di questa sola ed unica determinazione. Ma, cercando di dimostrare con qual perfezione è il corpo costrutto relativamente al cammino ed alla corsa, non neghiamo che ne abbia altrettanta per altri riguardi; all' opposto, crediamo che

uno dei soggetti più degni della nostra ammirazione sia questa riunione di tante destinazioni, e ad egual grado di perfezione, in uno stesso organismo, senzachè l' una danneggi le altre.

CAPITOLO II.

INCLINAZIONE DELLA PELVI.

§ 50. *Misura della inclinazione della pelvi sull' uomo vivente.*

La pelvi umana è un cerchio osseo, più largo indietro che innanzi, che occupa la parte inferiore del tronco, e la cui apertura, rivolta obbliquamente all' indietro ed all'in giù si trova chiusa da una parte muscolosa, su cui non osservansi che piccoli pertugii per l'ano e gli organi gentili. Superiormente sulla parte posteriore di questo cerchio, il sacro sostiene la colonna vertebrale unita ad esso da una cartillagine intervertebrale, e formante, d'accordo con quello, la base di tutto il tronco. Dai due lati si trovano le cavità cotiloidi, che poggiano sulle teste dei due femori. La flessibilità delle vertebre lombari fa sì che la parte superiore del tronco possa bensì muoversi un poco sulla pelvi; ma i movimenti più estesi e più rapidi di tutto il tronco dipendono da ciò che la pelvi gira sulle teste dei femori, sulle quali è mobilissima. Quando non è fissata che una sola gamba, la pelvi può assai facilmente volgersi da ogni lato: quando invece sono fissate ambedue le gambe, per esempio, s' appoggiano con forza e rigidezza contro il suolo, la pelvi non può più volgersi sovr'esse che in un solo piano, cioè in un piano verticale diretto dall' innanzi all' indietro intorno ad un asse che passa per le teste dei due femori. La tavola II rappresenta la pelvi unita alle due gambe, di cui la metà anteriore fù tolta con un colpo di sega. Come una tazza che si tiene per l'orlo fra l'estremità di due dita non può girare che intorno ad un asse passante per queste due estremità di dita in guisa che la sua apertura sia rivolta all'innanzi, ed il suo fondo all'indietro, od il fondo all' innanzi e l' apertura all' indietro; così l' anello della pelvi ritenuto tra le teste dei due femori CC, che sono ferme, non può moversi che intorno alla linea CC. Nella situazione diritta del corpo, questo anello non è orrizzontale, ma inclinato. La tav. XXII. fig. 17, rappresenta esattamente la sua inclinazione relativamente al suolo: i due ossi innominali furono tolti sino alla linea curva, in guisa che si scorgono distintamente la forma anellare della pelvi e la sua inclinazione relativamente al suolo che, in questo caso, ascende a 62 gradi. Per verità questa inclinazione della pelvi varia spesso notabilmente nei diversi individui; ma è sempre la stessa in un uomo qualunque, nonostante la gran mobilità della pelvi. La ragione ne è questa, che (*vedi* il § 48) noi teniamo tutto il tronco in equilibrio sulle teste dei femori, mantenendo il centro di gravità del tronco verticalmente sopra l' asse di rivoluzione. Ora, se il centro di gravità è sempre verticale sopra l'asse di rivoluzione, e noi non muoviamo la colonna vertebrale, non ispostiamo le nostre braccia (che conserviamo, per tutte le parti del tronco la loro situazione relativa), la pelvi, come parte costituente solida del tronco, deve pure conservare la propria situazione riguardo alla linea verticale che passa pel centro di gravità, o relativamente al piano orizzontale passante per l' asse di rivoluzione, vale a dire l'inclinazione della pelvi rispetto all'orizzonte deve sempre essere la medesima. Ciò supposto, si può misurare l' inclinazione dell' anello della pelvi relativamente all' orizzonte nella situazione dritta, e dedurre di là la sua inclinazione in rapporto al tronco che importa spesso molto conoscere. Infatti, quest' ultima inclinazione non cangia, quando anche si volge tutto il tronco, purchè soltanto non si curvi

la colonna vertebrale. Essa resta dunque pure la medesima nella situazione orizzontale, e si può da essa formarsi un' idea chiara della situazione dell' anello pelvico anche nell' uomo coricato.

I notomisti e gli ostetrici hanno sempre attribuita alla pelvi una inclinazione troppo lieve, al che erano stati indotti dal paragonarla ad un vaso. Infatti, si colloca ordinariamante un vaso in guisa che il suo fondo sia orizzontale e l' orifizio rivolto all' insù; ora, si rappresenta la situazione della pelvi come se il suo fondo muscoloso fosse orizzontale e la parete ossea verticale. Dietro tale idea, si suole, quando la si ha dinanzi a sè sopra una tavola, rivolgerne la apertura per l' insù; o siccome i notomisti la descrivono in questa situazione invece di quella che occupa nell' uomo, introdussero nei loro libri espressioni false (branche orizzontale e discendente del pube, branca ascendente dell' ischio), le quali contribuirono ancora a confermare l' erronea idea che erasi formata della situazione della pelvi, e giusta la quale furono delineate le figure che si posseggono di questo anello osseo. Naegele raccolse le diverse valutazioni che furono date fino ad oggi dell' angolo dell' inclinazione della pelvi. L' inclinazione di questo anello relativamente all' orizzonte è determinato dall' angolo che formò coll'orizzonte il suo diametro all' orlo superiore; ma non vi è mezzo di osservare questa linea nel vivente. Roederer pertanto vi ha sostituito il diametro che si estende dalla sommità del coccige all' orlo inferiore della sinfisi pubica, e che in conseguenza è determinato da due punti facili a riconoscersi mediante il tatto, ma la cui situazione pare soggetta a più notabili variazioni individuali che non quella delle estremità del diametro superiore. Egli misurò, su donne in piedi, le distanze verticali fra questi punti ed il suolo orizzontale, mediante fili a piombo che lasciava cadere dai primi sul secondo e dalla differenza di lunghezza dei fili, giudicava della distanza verticale dei due punti. Naegele ripetè queste importanti esperienze con gran precisione, e le continuò per anni interi con perseveranza straordinaria. Le misure prese in tal guisa su cinquecento donne ben conformate lo condussero a questo risultato, che, salve poche eccezioni, la sommità del coccige è un po' più alta nella stazione diritta dell' orlo inferiore della sinfisi pubica, e che la differenza ascende, termine medio a circa sedici millimetri. Siccome queste misure (finchè non si misura la distanza orizzontale delle due perpendicolari) non bastano per determinare la situazione del diametro sull' orlo inferiore dell' anello pelvico, ed assai meno ancora si può conchiuderne relativamente alla situazione del diametro sull' orlo superiore, Naegele profittò della morte di parecchi individui, nei quali avea determinata, giusta il metodo precedente, la situazione relativa della sommità del coccige e dell' orlo inferiore della sinfisi pubica, per collocare quindi la pelvi nella medesima situazione in cui era durante la vita, e determinare immediatamente sopra essa non solo l' inclinazione reciproca del diametro superiore e del diametro inferiore, ma anche la vera inclinazione della pelvi, qual era in vita nella stazione diritta. Di undici pelvi, che ebbe occasione di esaminare in tal guisa, ne rappresentò una di perfetta costruzione, in cui l' estremità del coccige era situata, durante la vita, ad otto linee sopra la sinfisi pubica, e si avvicinava, per conseguenza, alla media indicata più sopra.

Su questa pelvi, Naegele trovò l' angolo del diametro superiore col suolo orizzontale = 60 gradi (colla colonna vertebrale diritta, o colla verticale = 150), e l' angolo del diametro inferiore col suolo orizzontale = 11 gradi (colla colonna diritta o colla verticale = 101).

Siccome queste ricerche di Naegele furono intraprese pèr vantaggio dell' arte ostetrica e fatte in un ospizio di puerpere, si riferiscono esclusivamente alla pelvi della donna. Noi le abbiamo estese a quella dell' uomo, sull' inclinazione della quale mancavano ancora affatto delle misure.

Per misurare ed esprimere in gradi, nel vivente, l'angolo che il diametro retto inferiore (dalla sommità del coccige al margine inferiore della sinfisi) forma colla verticale o col suolo orizzontale, abbiamo in più individui ritti, misurate non solo la distanza verticale di uno di questi punti sopra l'altro, ma anche la loro distanza orizzontale. Ottenemmo questa distanza orizzontale facendo cadere ad un tempo, dai due punti, due fili a piombo (1), dei quali, dopochè si erano fermati, determinavamo la lontananza mediante un regolo applicato orizzontalmente. La tavola seguente contiene i risultati di queste misure.

TAVOLA 4. *Misure dell' inclinazione della pelvi nell' uomo vivo.*

	DISTANZA VERTICALE.	DISTANZA ORIZZONTALE.	INCLINAZIONE DEL DIAMETRO RETTO INFERIORE.
	mill.	mill.	o
N. 1.	10,0	84,5	6,45′
2.	10,7	75,7	8,3
3.	12,0	70,0	9,44
4.	12,7	70,0	10,17
5.	14,0	74,7	10,37
6.	19,7	80,5	13,45
7.	21.0	76,0	15,27
8.	23,0	77,5	16,32
9.	29,5	85,0	19,8
10.	26,3	70,0	20,36
11.	28,5	73,5	21,11
12.	36,5	83,0	23,44
13.	36,4	79,0	24,44
14.	38,0	71,0	24,55
15.	33,3	64,5	27,18
Media	23,1	75,8	16,51

Giusta queste misure si rileva per l'angolo che il diametro retto inferiore della pelvi forma col suo orizzontale, un valore medio di 16°,51′ (colla verticale quindi 106°,51′). Se si potessero riguardare queste poche misure come sufficienti per giungere ad un valore medio esatto, ne seguirebbe che l' inclinazione media del diametro inferiore della pelvi è ad un dipresso il medesimo negli uomini e nelle donne, e piuttosto più notabile che più lieve nei primi che non nelle donne.

Per poter ricavare dall'angolo d'inclinazione del diametro retto inferiore conclusioni approssimative riguardo al diametro retto superiore, sarebbe d' uopo avere

(1) Per evitare le oscillazioni imbarazzanti del filo di piombo, si può farlo cadere in un vaso pieno di acqua, ciocchè lo riduce tosto in quiete.

molte misure prese su cadaveri recenti (1), dedurne il valore medio dell' angolo che formano insieme i due diametri della pelvi ed aggiungere questo valore all' angolo d' inclinazione ottenuto; ma ci mancarono le occasioni. Nella pelvi segata della tavola VIII, quest' angolo è di 55 gradi: in un' altra lo trovammo di 43. Se prendiamo la media di queste due misure = 49 gradi (che si accorda colla pelvi normale stabilita da Naegele), pel vero valore medio dell' angolo, il diametro retto superiore sarebbe negli uomini inclinato di 65 gradi sul suolo, di 155 sulla linea longitudinale della colonna vertebrale.

§ 51. *Misura dell' inclinazione della pelvi nello scheletro.*

Nell' uomo vivo abbiamo supposto, per misurare l' inclinazione della pelvi, che l' individuo stesse ritto. Non si può fare questa supposizione nel cadavere o nello scheletro. Ma siccome, giusta le nostre osservazioni, la linea che si può condurre dall' articolazione della testa alla base del coccige, per conseguenza, da una estremità all' altra della colonna vertebrale, è verticale nella situazione diretta nel tronco, questa linea può, in qualunque situazione del corpo, anche quella coricata, essere sostituita alla verticale nella situazione diritta, e servir a misurare l' inclinazione della pelvi, ammettendo che le parti della colonna vertebrale abbiano conservata la loro situazione relativa. Ma vi è ancora un altro modo di dare, almeno approssimativamente, ad una pelvi qualunque, anche separata dal corpo, l' inclinazione che avea quando l' uomo stava ritto, e di misurare anche questa inclinazione. Mostreremo, infatti, nell' articolo seguente che il legamento rotondo che si estende dal mezzo della testa del femore all' incavatura della cavità cotiloide occupa, nella posizione diritta, un piano verticale passante pei centri delle due articolazioni coscio-femorali. L' estremità inferiore del legamento, o l' incavatura della cavità cotiloide, a cui essa corrisponde, si trova dunque in questa situazione del tronco, perpendicolare sotto l' asse di rivoluzione della pelvi, ed occupa, per conseguenza, il punto più inferiore al margine della cavità cotiloide. Quindi collocando la pelvi in guisa che l' incavatura, specialmente la sua estremità inferiore, a cui principalmente si attacca il legamento, si trovi situata al basso della cavità cotiloide, la pelvi avrà la situazione in cui era quando l' individuo stava in piedi. Noi abbiamo, per saggio, misurato l' inclinazione della pelvi giusta questo metodo su poche pelvi, alcune secche, altre macerate, e le misure si accordavano perfettamente colle precedenti.

Tavola 5. *Misure dell' inclinazione della pelvi nello scheletro.*

	Angolo d' inclinazione.	Osservazioni.
N. 1.	64°, 0′	Adulto, uomo.
2.	63, 30	Adulto, uomo.
3.	65, 0	Adulto, donna.
4.	60, 30	Adulto, donna.
5.	69, 0	Non adulto.
6.	64, 0	Non adulto.
7.	61, 0	Non adulto.
Media	63, 51	

(1) Nella pelvi secca, la situazione del coccige non è generalmente più naturale, tanto per la sparizione dei legamenti, quanto perchè si suole durante la disseccazione, collocare questi legamenti sulla sommità dell' osso.

La determinazione delle vera inclinazione della pelvi, quale fu trovata da Naegele (1) e da noi, e che differisce dalle antiche di 20 a 30 gradi, è massimamente importante in quanto concerne il cammino, perchè la flessione della gamba nell'articolazione coscio-femorale (*vedi* § 47) non è possibile che in certi limiti. Un' altra situazione della pelvi cambierebbe questi limiti, e come vedremo nell' articolo seguente, non sarebbe possibile colle valutazioni ammesse un tempo, portare la gamba fino alla verticale nella situazione diritta, od estenderla molto indietro nel cammino.

CAPITOLO III.

Dell' articolazione coscio-femorale.

§ 52. *Le superficie della testa del femore della cavità cotiloide sono superficie sferiche aventi uno stesso semi-diametro.*

L' articolazione coscio-femorale ha grandissima solidità, che la rende capace di resistere ai molti e violenti urti, ai quali si trova esposta; ma possede inoltre notabile mobilità in ogni verso, ciocchè la distingue da tutte le altre articolazioni del corpo. Si può, col suo mezzo, far esercitare notabili movimenti in ogni direzione al membro inferiore sul tronco, od al tronco sul membro inferiore. Ora due corpi duri, come sono le ossa, non possono, quando si toccano con superficie estese, spostarsi l'uno sull'altro in più direzioni se non a condizione che le superficie, con cui si trovano a contatto, sieno superficie sferiche, perchè in tal caso non si muovono intorno ad un unico asse, ed hanno tanti assi di rivoluzione quante sono le linee rette che possono passare pel centro. Tal disposizione, in virtù della quale i corpi solidi si muovono l'uno sull'altro mediante superficie sferiche, porta il nome di noce. È la più semplice e più perfetta maniera di una macchina di tal genere presenta alcune difficoltà. Noi dimostreremo che l'articolazione coscio-femorale sia una vera noce, che la natura abbia costruito con gran perfezione.

Il membro inferiore ed il tronco potrebbero muoversi l'uno sull'altro in ogni verso anche senza toccarsi con superficie perfettamente sferiche, se il contatto fra essi non si effettuasse che per un solo punto, e, come pretende Palletta, il semi-diametro della testa del femore fosse minore di quello della cavità cotiloide. Palletta dice infatti, nella sua Monografia di quest' articolazione, che la testa del femore non riempia la cavità cotiloide, che sia minore di essa, e che, in conseguenza, non ne tocchi le pareti se non per un solo punto. Ma in realtà la testa del femore riempie interamente la cavità cotiloide, e ciò dev'essere, giacchè altrimenti, quando il membro si spostasse, urterebbe con troppa violenza tale o tal altro punto della cavità. Ce ne siamo convinti mediante diversi processi, e avremo cura eziandio in seguito di far vedere qual' è il fenomeno da cui Palletta si lasciò condurre in errore.

Per istruirci della forma delle superficie che costituiscono l'articolazione coscio-femorale, abbiamo praticati dei tagli in varie direzioni attraverso questa articolazione, e sempre abbiamo trovato che i margini del taglio delle due superficie articolari erano porzioni di cerchi, che quindi le superficie, alle quali appartenevano erano sferiche. Ma riconoscemmo eziandio che le superficie sferiche l'una all'altra adattate della testa del femore e della cavità cotiloide, in qualunque verso si avesse operata la sezione, si toccavano costantemente, e che, per conseguenza, erano seg-

(1) *Dei principali vizii di conformazione della pelvi*, Parigi, 1840. in 8.° fig.

menti di sfere d'uno stesso volume o di uno stesso semi-diametro. Se dunque, nella sua esperienza, in cui apriva l'articolazione per la piccola pelvi, Palletta trovò una porzione della cavità cotiloide non riempiuta dalla testa del femore, ciò non prova che la testa sia troppo piccola per la cavità, ma soltanto che l'avea in parte abbandonata, e che per questo anche non poteva più riempierla. La tav. IX, fig. 2 è una stereotipagina del taglio di un'articolazione coscio-femorale segata perpendicolarmente da dietro all'innanzi, e facendo astrazione da alcune lievi imperfezioni dovute all'azione dei denti della sega sul rivestimento cartilaginoso, essa dà un prospetto dell'eguaglianza della forma sferica delle due superficie articolari. La piccola fessura simile ad una linea bianca che si osserva fra i due margini, dipende da ciò che, per rendere questi manifesti, si dovè far uscire alquanto la testa dalla cavità cotiloide. Ci siamo egualmente convinti mediante l'esperienza seguente dell'eguaglianza perfetta della forma sferica della testa del femore e della cavità cotiloide. Sopra un cadavere recente togliemmo la testa del femore dalla cavità che la riceve, dopo di che l'una e l'altra furono gettate in gesso: la forma della cavità rappresentava una semisfera piena, e quella della testa una semi-sfera cava, le quali, dopochè si fecero sparire le inegualianze prodotte dalla fossetta della cavità cotiloide e dai lievi infossamenti della testa del femore, si adattavano così perfettamente l'una all'altra che bastava introdurre un pezzetto di carta nel cavo della cavità cotiloide artificiale per impedire sensibilmente alla testa artificiale di penetrarvi. Questa esperienza dimostra perentoriamente che la cavità cotiloide e la testa che vi s'introduce sono segmenti di sfera di egual volume; giacchè se la cavità fosse stata più ampia che non è grossa la testa, la forma di una sfera più voluminosa avrebbe dovuto introdursi in quella di una sfera più piccola, ciocchè riesce impossibile. Non si può punto opporre il ritiramento del gesso, perchè lo lasciammo prendere e seccare sulla testa e cavità medesime, sulle quali si restrinse per effetto della pressione atmosferica. D'altronde, si deve ancora osservare che le superficie dell'articolazione dell'anca non sono quelle delle ossa medesime, ma quelle delle cartilagini che rivestono tanto la testa del femore quanto la cavità cotiloide, e che sembrano destinate a prevenire colla loro elasticità le scosse a cui l'articolazione si trova esposta inferiormente. Almeno troviamo che le fibre che le costituiscono non sono parallele alla superficie articolare, ma perpendicolari a questa superficie come le setole d'una spazzola, che là appunto ove la pressione è massimamente notabile tra le superficie, l'intonacatura cartilaginosa della testa e della cavità ha la massima grossezza, e che tale grossezza va quinci scemando verso il margine, come si può convincersi sopra alcuni tagli dell'articolazione.

§ 53. *La testa del femore non è ritenuta dall'orlo della cavità cotiloide.*

Le superficie sferiche d'una noce fabbricata nelle nostre officine sono ritenute applicate l'una contro l'altra perchè il segmento cavo o la cavità cotiloide, attornia, almeno in una direzione, più di centottanta gradi della sfera, ciocchè restringe talmente l'apertura che questa non può uscire. Nella noce cui costituisce l'articolazione coscio-femorale, ninn arco dei maggiori circoli tracciati sulla superficie cotiloide è più grande, e tutti, ad eccezione di un solo, sono minori del semidiametro, hanno cioè meno di centottanta gradi. Se ne acquista la convinzione segando l'articolazione in direzioni diverse, ma sempre colla cura che il taglio passi pel centro delle superficie sferiche. Nella direzione da dietro all'innanzi, che è quella in cui la superficie articolare ha la massima estensione, il margine del taglio (*vedi* tav. IX, fig. 2) non forma che un semi-cerchio: in qualunque altra direzione si possa segare la cavità cotiloide, si trova sempre il suo contorno minore di centottanta gradi. Dietro ciò la cavità cotiloide non è atta a ritenere la testa del femore.

§ 54. *Infossamenti nella cavità cotiloide e nella testa del femore per ricevere il legamento rotondo.*

La superficie della cavità cotiloide non si allontana dalla forma sferica che sopra un punto ove esiste un infossamento che sale dalla parte più inferiore dell'orlo della cavità fino al suo centro. L'intero infossamento porta il nome di *fossetta cotiloidea* o *fossetta della cavità cotiloide* (*fovea acetabuli*), e la sua estremità esterna, all'orlo della cavità, quello di *incavatura cotiloidea* (*incisura acetabuli*). Tale infossamento proveniente dalla mancanza del rivestimento cartilaginoso è pieno di grasso articolare, di modo chè, quantunque la testa del femore non vi penetri, non esiste tuttavolta alcun vuoto in nessuna parte della cavità cotiloide. Segando perpendicolarmente l'articolazione coscio-femorale nel mezzo, e da un lato all'altro, l'infossamento si trova diviso giusta la sua lunghezza. La tav. IX, fig. 1, che rappresentata un simile taglio dell'articolazione, offre l'infossamento ascendente verticalmente da *a* in *b*, e partendo da questo punto limitato soltanto dal margine circolare del taglio. Rimpetto alla fossa cotiloidea il centro della superficie articolare della testa del femore presenta una fossetta analoga, ma più piccola, nella quale il rivestimento cartilaginoso si trova egualmente perforato, oltrechè l'osso medesimo offre esso pure una depressione. In questa fossetta si attacca l'estremità di un legamento (*vedi* § 61), disposto verticalmente, l'altra estremità del quale si fissa all'orlo della incavatura cotiloidea,

§ 55. *Il cercine cotiloideo adempie l'officio di una valvola.*

Una disposizione particolare contribuisce ad ingrandire ancora la superficie sferica della cavità cotiloide: in vero, il margine di questa cavità non è libero, ma provveduto di un orlo flessibile detto *cercinè* o *sopracciglio cotiloideo* (*labrum cartilagineum*), che, in virtù della sua elasticità, si applica dovunque immediatamente alla superficie della testa del femore. Questo orlo elastico non è una porzione sporgente, un prolungamento del rivestimento cartilaginoso della cavità cotiloide; si compone di un tessuto particolare, fibro cartilaginoso, le cui fibre corrono parallelamente al margine della cavità, dimodochè laddove si trova esso unito alla cartilagine, si può separarnelo perfettamente; ma inferiormente, dove la cartilagine ed il margine osseo della cavità cotiloidea sono tagliati dall'incavatura cotiloidea, esso passa senza interruzione sopra questa incavatura che, per tal guisa, è convertita in un piccolo foro. Questo anello elastico ha tre margini, due dei quali rivolti verso l'orlo della cavità cotiloide a cui aderiscono; il terzo collocato in direzione oppposta è tagliente e stringe d'avvicino la testa del femore. Esso impedisce, come farebbe una valvola, che i liquidi od i tessuti membranosi esteriori penetrino nella cavità cotiloide, e la pressione di questi liquidi aggiunti alla sua propria elasticità, fa che esso si mantenga continuamente in contatto con tutto il contorno della testa del femore.

§ 56. *La membrana sinoviale chiude ed umetta l'articolazione coscio-femorale*

Nel punto in cui la cavità cotiloide e la testa del femore si toccano e si muovono l'una sull'altra, sono esse rivestite non solo d'uno strato cartilaginoso, ma ancora d'una membrana assai liscia o sprovveduta di vasi, la membrana sinoviale, che, passando dal collo del femore al margine osseo della cavità cotiloide, forma un sacco chiuso da ogni parte, una metà del quale, tappezzando la testa del femore ed il suo collo, s'introduce nell'altra metà in parte libera, in parte aderente alla cavità cotiloide, come pure al suo orlo, per guisa che non resta se non pochissimo spazio fra le due metà. La porzione del sacco sinoviale che riveste le superficie articolari medesime è la sola sprovveduta di vasi; la porzione libera,

come pure le pieghe e le duplicature che esistono sul collo del femore e nella fossa cotiloidea, è fornita di un reticolo vascolare assai delicato e stretto che segrega nell'interno del sacco un liquido lubrificante, detto sinovia, da cui le superficie destinate a scorrere l'una sull'altra sono incessantemente umettate. La porzione vascolare della membrana sinoviale è munita di piccolissime pieghe in forma di villosità, delle quali scorgonsi pure alcune sul margine libero del cercine cartilaginoso, e che paiono destinate ad ingrandire la superficie secretoria. Al medesimo scopo per certo tendono pure i piccoli prolungamenti villiformi che si aprono in molti punti, nei quali la membrana sinoviale aderisce alle ossa vicine, specialmente fra le pieghe che essa presenta sul collo del femore, e sporgono infuori tra le fibre della membrana capsulare che copre la membrana sinoviale. In certi casi, ciocchè abbiamo noi stessi veduto parecchie fiate, la gran borsa mucosa del muscolo iliaco comunica col sacco sinoviale dell'articolazione coscio-femorale.

§ 57. *Unione della pelvi col femore mediante la membrana capsulare.*

La pelvi ed il femore sono uniti insieme da forti fascetti fibrosi che formano tuttavia, non legamenti l'un dall'altro distinti, ma una membrana coerente, assai flessibile, la membrana capsulare, spiegata sulla superficie esterna della membrana sinoviale. Questa membrana si estende dal margine osseo della cavità cotiloide al collo del femore; oltre l'articolazione medesima, abbraccia il cercine cotiloideo, e gran parte del collo del femore. Non si attacca dovunque uniformemente a quest' ultimo, come fa al margine della cavità cotiloide; i suoi punti d'inserzione esistono al collo del femore, in sù ed all'innanzi, dimodochè i suoi orli inferiore e posteriore sono affatto liberi, e quivi si può penetrare nella cavità della membrana capsulare senza ledere le sue fibre; essa s'inserisce bensì a tutto il contorno del margine della cavità cotiloide, ma vi si attiene con gran forza su alcuni punti, ed assai debolmente sovr'altri, riunendosi per la maggior parte le fibre che la costituiscono in grossi fascetti sui primi di questi punti, per guisa che ne' rimangono soltanto pochi formanti una sottil parete negl' intervalli. Tale struttura della membrana capsulare riesce importante sotto parecchi rapporti, principalmente per acquistare un' esatta conoscenza delle funzioni dell' articolazione e per formarsi una giusta idea delle lussazioni, alle quali è quest' ultima soggetta: giacchè si dee sapere quali sieno le parti della membrana che, essendo diversamente adoperate, sono perciò anche diversamente suscettibili di laceramento. Esamineremo dunque più davvicino la maniera con cui vi sono ripartite le fibre tendinose.

§ 58. *Parti sottili della membrana capsulare.*

Come l'articolazione coscio-femorale è più specialmente esposta in certe direzioni ad urti che potrebbero dislocarla, la membrana capsulare destinata a mantenerla offre pure in queste direzioni maggior forza e solidità. Altri punti non soggetti a simili urti o che ne comportano men di frequente, offrono minore grossezza. Ma questi punti sottili sono quelli appunto che cedono quando l'articolazione riceve urti in direzioni insolite, e che producono in tal guisa lussazioni. La membrana capsulare ne ha tre, tutti vicini all'orlo della cavità cotiloide, e collocati al lato inferiore dell'articolazione. Il medio è il più inferiore situato immediatamente all'incavatura cotiloidea, e pertanto facile a trovarsi. Il secondo si vede innanzi ad esso, e nè è separato da un forte fascetto fibroso proveniente dalla parte del lembo cotiloideo a cui confina l'orlo inferiore tagliente del ramo superiore del pube. Il terzo, finalmente è situato indietro del primo ed egualmente separato da esso mediante un forte fascetto fibroso che si estende dall'orlo della ca-

vità cotiloide alla grondaia dell' ischio in cui scorre il muscolo otturatore esterno.

§ 59. *Legamento superiore.*

Il legamento più grosso della membrana capsulare è l'anteriore superiore che per verità forma corpo col rimanente della capsula, ma che merita tuttavia di essere considerato come un legamento a parte, tanto per l' importanza delle sue funzioni quanto perchè, giusta le nostre misure, è il maggior legamento di tutto il corpo umano, avendo maggior volume eziandio del legamento rotuliano e del tendine d' Achille. Esso copre tutta la parte anteriore e superiore del collo del femóre. La sua forma è quella di un triangolo la cui sommità aderisce alla parte superiore dell'orlo della cavità cotiloide, immediatamente sotto la spina iliaca anteriore inferiore, la cui base si estende tra il collo del femore ed il gran trocantere, donde discende lungo la linea intertrocanteriana anteriore. Allorchè s'interseca questa trasversalmente nel punto in cui esso trae la sua origine dalla pelvi, offre un taglio triangolare, e la sua grossezza è di 9 a 14 millimetri. Tale grossezza diminuisce, è vero, di molto infuori ove il legamento si spiega sulla testa e sul collo del femore; ma anche nel punto intermedio fra le due inserzioni, essa oltrepassa ancora quella del tendine di Achille e del legamento rotuliano nei punti in cui sono massimamente grossi. In una ragazza di ventun anni il legamento avea 5 millimetri ed $^1/_4$ di grossezza sopra il margine libero del cercine cotiloideo, quindi a una distanza poco notabile dal suo punto d'inserzione, mentre quella del tendine d'Achille, nel punto più forte, non era che di 4 $^1/_2$ millimetri; in un uomo esso aveva 8 millimetri nel suo centro, il legamento rotuliano 4 $^1/_4$ soltanto, ed il tendine di Achille 6 $^2/_3$. Con sì gran forza dobbiamo attenderci che si laceri qualunque altra parte della membrana capsulare piuttosto che questo legamento, e che anche l'osso ceda di preferenza ad esso.

§ 60. *Legamento anellare della testa del femore.*

La testa del femore è attorniata da un legamento anellare come quella del radio. Qui soltanto il legamento non si distingue tanto dalla membrana capsulare. Infatti, la massa legamentosa che prende la sua origine sotto la spina inferiore anteriore non discende tutt'intera al femore come legamento superiore; dacchè essa ha raggiunta la superficie della testa dell'osso, ve ne è una parte che si divide in due correggie attornianti la testa, l'una all'innanzi, l'altra all'indietro. Le due correggie si riuniscono insieme al lato inferiore dell'orlo senza stabilirsi sulla testa medesima, ed in tal guisa formano insieme un legamento anellare unico che nasce sotto la spina iliaca anteriore inferiore, e vi ritorna dopo aver attorniata la testa dell'omero. Chiamiamo questo legamento zona orbicolare o ligamento anellare della testa del femore. Si può benissimo osservare l'andamento delle sue fibre attraverso la membrana capsulare, separando questa dal margine della cavità cotiloide e fendendo il legamento superiore finchè esso si lasci ripiegare sul collo del femore. A questo legamento anellare si congiungono altri due fascetti di rinforzo che partono dall'orlo della cavità cotiloide, e dei quali già si è parlato nel paragrafo precedente. L'uno parte dalla porzione dell'orlo a cui mette capo l'orlo inferiore del ramo superiore del pube, e si dirige all'innanzi; l'altro che viene dal punto dell'orlo ove il muscolo otturatore esterno scorre in una grondaia dell'ischio, si divide in due porzioni, che seguono direzioni contrarie per raggiungere il legamento anellare.

§ 61. *Legamento rotondo.*

Oltre la membrana capsulare che avvolge esteriormente l' articolazione, questa possiede ancora un legamento, detto legamento rotondo (*ligamentum teres*), che

si estende dalla piccola fossetta scavata sul mezzo della testa del femore all'incavatura della cavità cotiloide (tav. II, fig. 1, da *b a c*). La sua estremità inferiore *a* si attacca a tutta l'estensione di questa incavatura, principalmente al suo corno posteriore, e tura il foro formato da essa e dal suo legamento per guisa che non si può giungere per questo foro nell'articolazione, ma solo nella sostanza del legamento incavato all'interno. Il legamento rotondo attraversa la cavità cotiloide ed in questo tragitto si trova attorniato da una guaina anellare della membrana sinoviale. Con la sua presenza tra le superficie articolari impedirebbe loro di toccarsi, anzi sarebbe fra esse compresso se, nel punto donde discende, la superficie della cavità cotiloide non fosse incavata dalla fossetta di cui abbiamo parlato nel § 54. La fossetta cotiloidea di cui si vede il taglio tav. VIII, fig. 1, si estende dall'incavatura cotiloidea (ove prende origine il legamento rotondo) fino al mezzo della cavità cotiloidea, rimpetto alla fossetta della testa del femore, ove questo legamento mette capo. Essa serve dunque a ricevere il legamento rotondo, a permettere i movimenti che esso dee fare quando le due superficie articolari si spostano, ed a renderli possibili quando anche queste si toccano. La fossetta non lascia alcun vuoto; giacchè ciò che il legamento rotondo non riempie, lo è dal grasso articolare, la cui untuosità contribuisce incessantemente ad ammollirla.

Furono di frequente esposte opinioni erronee relativamente agli usi del legamento rotondo perchè non si conosceva la vera sua situazione, cioechè dipendeva dall'attribuire alla pelvi, nella situazione diritta, un'inclinazione relativamente all'orizzonte minore di quella che ha realmente. Tutti i notomisti che manifestarono un'opinione a tale riguardo fino ai tempi moderni, ammisero che l'incavatura cotiloidea, al margine della quale è stabilito il legamento rotondo, ascenda obbliquamente dall'innanzi all'indietro verso la testa del femore nell'attitudine diritta del tronco. Winslow, per esempio, afferma esser essa situata esattamente fra la parte anteriore e la parte posteriore del margine della fossa articolare, ed altrove, che la sua direzione è obbliqua nella stazione; ma tale asserzione sembra non fondarsi sopra osservazioni; almeno non se ne trova in niuna parte fatta menzione di alcuna.

Naegele nella sua opera sulla pelvi della donna (1) à provato con misure che, in una persona che stia ritta, il diametro superiore diritto forma, termine medio, coll'orizzonte un angolo di sessanta gradi. Misure analoghe prese su certo numero di uomini vivi ci dimostrarono (*vedi* §. 50) che l'inclinazione della pelvi dell'uomo non è almeno inferiore. Volendo dunque conoscere la situazione del legamento rotondo nell'uomo ritto, abbiamo prese pelvi di cadaveri recenti a cui erano annesse ancora le gambe; le abbiamo collocate nella situazione diritta, imprimendo loro quest'inclinazione, e le abbiamo segate nel piano verticale passante pel mezzo delle teste dei due femori. Questi tagli divisero il legamento nella direzione della sua lunghezza, sicchè le due metà della testa del femore si attenevano ancora alla cavità cotiloide mediante le sue fibre, anche allora che la capsula era stata staccata su tutta la sua circonferenza (2). Risulta da ciò che il legamento rotondo discende verticalmente dalla fossetta della testa del femore all'incavatura cotiloidea, e che in conseguenza questa a cui prende la sua inserzione, dev'essere situata all'ingiù dell'orlo della cavità cotiloide. Noi abbiamo verificata molte fiate l'esattezza di tal conclusione egualmente importante per lo studio della pelvi e per quello dell'articola-

(1) *Dei principali vizii di conformazione della pelvi*. Parigi, 1840. in 8°, fig.
(2) Riesce facilissimo fare l'esperienza segando la pelvi pel mezzo del sacro e della sinfisi pubica, fissando una delle metà col suo femore sopra una tavola nella situazione richiesta, e conducendo allora il taglio perpendicolarmente alla tavola.

zione coscio-femorale, e senza la quale non si può formare una giusta idea del legamento rotondo. La tav. II, fig. 1, offre il disegno d'un simile taglio della pelvi; il taglio fu fatto verticalmente, essendo la pelvi collocata diritta; ma, per risparmiare i due legamenti lo si fè cadere immediatamente incontro al centro della cavità cotiloide, e non per questo centro medesimo.

§ 62. *Funzioni dell' apparecchio legamentoso dell' articolazione* coscio-fe*morale.*

L'apparecchio legamentoso dell'articolazione coscio-femorale serve non solo a preservare questa dalle lussazioni cui potrebbero produrre forze esteriori, ma ben anco a ridurne la mobilità ai limiti che esigono le sue funzioni. Noi svilupperemo questi limiti del moto dell'articolazione nella direzione in cui hanno qualche importanza pel camminare e per la corsa.

L' estensione dell' articolazione coscio-femorale è arrestata dalla tensione della membrana capsulare. La membrana capsulare forma, come abbiam veduto, un legamento anellare che parecchi fascetti legamentosi spiegati sul suo lato superiore e sul suo lato inferiore tengono applicato al margine della cavità cotiloide. Quest'anello non permette alla testa del femore di girare sì liberamente come quella del radio che non ha connessioni col suo. Qui infatti esso forma corpo col legamento superiore che s'attacca esso pure al collo del femore, ciocchè l'obbliga a seguire la torsione che questo eseguisce nella cavità cotiloide. L'intero sacco della membrana capsulare per mezzo del quale l'anello si trova fissato all'orlo della cavità cotiloide, comporta dunque, allorchè la coscia s'estende, una torsione, in virtù della quale la membrana capsulare si accorcia, e le due superficie articolari s' applicano con maggior forza l' una contro l' altra. Questa torsione cresce coll' estensione a segno da rendere finalmente impossibile la continuazione di quest'ultimo movimento. Adunque quanto più l'articolazione dell'anca s'estende e le sue due superficie articolari si applicano con forza l'una contro l'altra, tanto più divien difficile la lor lussazione.

L'*adduzione è limitata dal legamento superiore e dal legamento rotondo.* Allorchè si sta in piedi e si cerca di accostare le gambe l'una all' altra, si osserva potersi bene ridurre le ginocchia a toccarsi, ma che non v' è mezzo di premerle l'una contra l'altra senza piegarsi, e che la cosa diviene facilissima quando si pieghi un po' l'anca. Infatti l'adduzione è più estesa nello stato di flessione dell'articolazione coscio-femorale, dimodochè si giunge allora non solo ad unire perfettamente l'una all'altra le due gambe, ma ancora ad incrocciarle l'una sull'altra. Essa diviene invece sempre più ristretta secondochè aumenta l'estensione e nella stazione diretta non oltrepassa che pochissimo la verticalità de' membri inferiori. Questo limite dell' adduzione nell'estensione del corpo è formato da due legamenti, il superiore ed il rotondo situati diametralmente allo opposto l' un dell'altro nell' articolazione coscio-femorale. Lo si riconosce chiaramente sopra un taglio del bacino fatto (come tav. II) parallelamente al piano in cui questo movimento si compie. Si vede allora che i due legamenti sono parallelli al piano di sezione, che il rotondo s' estende da *a* a *b*, il superiore da *c* a *d*, e che entrambi non possono essere tesi se non per l'avvicinamento degli ossi in questo piano. Nello stesso tempo si acquista la convinzione che il legamento rotondo non può servire, come credono molti, a ritenere la testa del femore nella cavità cotiloide; giacchè, siccome esso si attacca in *a* alle pelvi ed in *b* alla testa del femore, l'abbassamento di quest'ultima non può che renderlo più molle, nè potrebbe arrestare il movimento della testa che quando *b* fosse giunto in *b*', vale a dire disceso quasi del doppio della lunghezza del legamento. La limitazione dell' adduzione della coscia o della flessione laterale dell'articolazione

coscio-femorale pel legamento rotondo e pel superiore, ha molta importanza riguardo al camminare, perchè il centro di gravità del corpo, che cade in mezzo alle due teste de' femori, si trova in questo movimento sostenuto ora dall'uno ora dall'altro, e non è allora sopportato che parzialmente, dimodochè la porzione non gravata del peso del corpo farebbe volgere il tronco al di dentro ed all' ingiù sulla testa del femore, e per conseguenza lo farebbe cadere, se i legamenti de' quali si tratta non si opponessero a questa torsione colla tensione delle loro fibre.

§ 63. *Misura dell' estensione dei movimenti dell' articolazione coscio-femorale.*

Per misurare l'estensione dei movimenti dell'articolazione coscio femorale sullo scheletro fresco, spogliammo la coscia dei suoi muscoli senza ledere le articolazioni, poi segammo la pelvi per la sinfisi pubica e pel mezzo del sacro, e ne fissammo una delle metà per la superficie del taglio sopra una tavola orizzontale immobile. Siccome in tal situazione delle parti la flessione o la estensione del femore si effettuava in un piano orizzontale, potevamo misurare l'arco da esso allora descritto servendoci dell'ago calamitato giusta il metodo esposto § 44. L' adduzione o l' abduzione, movimenti pei quali le due gambe si avvicinano o si allontanano l'una dall'altra, e la rotazione per cui girano sopra sè stesse, si effettuavano qui in un piano verticale per la situazione che avevamo data alla pelvi. Lo misurammo dunque mediante un cerchio diviso, munito di un filo a piombo nel suo centro, e, su due punti del suo diametro, di due sporgimenti eguali che in ogni situazione della coscia potevano essere messi a contatto cogli stessi punti del membro. Mediante questo cerchio misurammo l' angolo che il destro passando pei due punti toccati del femore, formava colla verticale nell'abduzione e nell'adduzione portate quant' oltre era possibile. La differenza di questi angoli dà l'angolo di torsione del femore nel piano verticale. Per misurare la rotazione forammo verticalmente il femore, facemmo passare una verga attraverso il foro,ed applicammo ogni volta i due sporgimenti del diametro del cerchio a due punti di questa verga. Ci riuscì possibile in tal guisa misurare tanto l'adduzione o l'abduzione quanto la rotazione di cui era il femore suscettibile nei varii gradi eziandio di flessione o d'estensione. In un cadavere, su cui prendemmo queste misure, trovammo :

L'estensione della flessione o della estensione. . .	=	139 gradi
L'estensione dell'adduzione o dell'abduzione . . .	=	90
L'estensione della rotazione	=	51

Abbiamo misurata (§ 47) la lunghezza della flessione e della estensione nel vivo; ma essa vi era assai minore, termine medio = 86 gradi soltanto. La differenza tra queste due misure sembra dipendere da ciò che i muscoli non piegano mai l'anca quanto permette il meccanismo dell' articolazione, e le parti molli che limitano l'estensione nel vivo, erano state tolte nel pezzo assoggettato all'esperienza. L'adduzione o l'abduzione e la rotazione non sono mai più estese di quello che nella situazione semiflessa dell' articolazione, a cui si riferiscono i numeri precedenti, esse diminuiscono tanto maggiormente partendo di là quanto più si estende l'articolazione, e spariscono affatto nell'estensione compiuta.

§ 64. *Equilibramento della gamba nell' articolazione coscio-femorale per la pressione dell'aria atmosferica.*

Dopo aver fatto conoscere la disposizione di tutte le parti dell'articolazione coscio-femorale, considerate tanto isolatamente quanto nella loro unione le une colle

altre. esamineremo ancora una condizione a cui deve quest'articolazione soddisfare per adempiere il proprio officio nel cammino e nella corsa. Tal condizione consiste che, quando la gamba, abbandonato il suolo, si trova sospesa al tronco, possa obbedire liberamente all'impulso del proprio peso, ed oscillare regolarmente come un pendolo. Questo movimento oscillatorio della gamba, mentre essa è sospesa al tronco, è necessario a ciascun passo e se il peso non potesse operarlo, sarebbe d'uopo che fossero adoperate a tal effetto forze muscolari, ciocchè non solamente cagionerebbe grandi sforzi, ma esigerebbe ancora, per eseguire il cammino e la corsa colla regolarità senza cui non offrirebbero alcuna garanzia di sicurezza, un'arte che l'uomo non possiede nè può acquistare allorchè fa un uso rapido dei suoi muscoli. La natura ha adempito tal condizione. Se consideriamo la gamba esteriormente, non troviamo che la sua costruzione generale vi si mostri propizia, giacchè il membro va sempre scemando di grossezza dall'alto al basso, in guisa che si attiene con larghissima superficie al tronco su cui deve oscillare. Ma i muscoli che rendono sì grossa la parte superiore del membro, che sono necessarii allorchè questo membro ritto dee sostenere e trasportare il peso del corpo, e che allora impediscono colla loro rigidezza che il tronco si pieghi sulla gamba, non è d'uopo che sieno sempre tesi. Lo stato dei muscoli varia tra il massimo di tensione ed il massimo di allontamento assai più nella vita che non dopo la morte. Nel cadavere stesso, tal differenza riesce sensibilissima durante e dopo la rigidezza cadaverica; ma durante la vita da un lato i muscoli possono, allorchè devono fare notabili sforzi, acquistare, per breve spazio di tempo, una rigidezza ed una solidità di molto superiore a quelle che si osservano ancora nella rigidezza cadaverica, e d'altro canto la loro flessibilità durante la vita nello stato di perfetto rilasciamento, sorpassa di molto quella che offrono dopo la rigidezza cadaverica, e questo perfetto rilasciamento dee realmente avvenire nei muscoli che uniscono il membro inferiore al corpo, quando la gamba si trova sospesa al tronco, poichè permette loro di riposarsi dal violento sforzo che ha richiesto la estensione cui han dato luogo, supponendo tuttavia che la gamba non debba essere portata dai muscoli medesimi. Inoltre il membro inferiore ha la più grossa e più solida membrana capsulare fra tutte le articolazioni del corpo; ma questa capsula non si attacca al femore colla maggior parte del suo contorno, e forma invece, intorno alla testa di quest'osso, un anello, in cui si muove come in un collaro od in una cravatta. Finalmente in niun'altra articolazione del corpo le superficie articolori hanno tanta estensione quanto nell'anca, e perciò dovremmo attenderci che questa avesse più d'alcun'altra a soffrire dallo sfregamento. Ma l'ampiezza delle superficie articolari è appunto il mezzo adoperato dalla natura per allontanare ogni sfregamento da queste superficie. In vero non è necessario che avvenga uno sfregamento notabile tra superficie sì estese, poichè esso dipende dalla forza che preme queste superficie l'una contro l'altra, e può, per conseguenza, sparire con questa forza. La sola difficoltà per unire la gamba al tronco in tal guisa che essa gli serva di appoggio e possa finalmente oscillare come un pendolo, dipende adunque dal gran peso del membro che sembra dover produrre una tensione forte od un aspro sfregamento, secondo che trovasi o pendente od appoggiato. Ora opinioni assai diverse furono esposte riguardo al modo con cui tal peso è portato; ma in tutte il peso del membro opporrebbe almeno un ostacolo notabile al movimento della gamba. Alcuni hanno ammesso che i muscoli ritenessero la gamba nella cavità cotiloide; ma, perchè i muscoli potessero portare tal peso, dovrebbero contrarsi, ciocchè li renderebbe rigidi ed inetti a cedere. Altri han pensato sieno i legamenti che sostengano la gamba; ma, oltre che i legamenti sono troppo lunghi, e che il peso della

gamba gli allungherebbe ancor più in guisa che la testa del femore uscirebbe dalla cavità cotiloide, con cui resta realmente sempre a contatto, i ligamenti tesi dovrebbero, perciò solo che occupano un'ampio spazio (sul contorno della membrana capsulare), rendere molto difficile il movimento della gamba, meno però che non avrebbero i muscoli contratti. Altri ancora han supposto che, come nella noce delle nostre officine, la sfera femorale fosse portata dalla cavità cotiloide e dal suo cercine cartilaginoso; ma allora la testa del femore, con tutto il peso della gamba, poggierebbe sul margine della cavità cotiloide, e ne risulterebbe uno sfregamento sì notabile, che non sarebbe più possibile che la gamba eseguisse un'oscillazione regolare. Si può dimostrare per la via sperimentale che niuna di queste opinioni è esatta, e che la gamba è portata da tutt'altra forza, mediante la quale svaniscono tutte le difficoltà che offre una sospensione la quale permetta movimenti liberi; questa forza è la pressione atmosferica. Le esperienze seguenti sono servite a porla fuor di dubbio.

1. *Esperienza.* Si dispose sul suolo una tavola orizzontale un po' più alta di quello che sieno lunghe le gambe. Su questa tavola fu steso un cadavere pel lato anteriore del tronco in guisa che la pelvi oltrepassasse il margine della tavola, e le gambe pendessero liberamente. Allora si tagliarono tutti i muscoli che uniscono la gamba al tronco. Se il membro fosse stato portato da essi, non avrebbe mancato, dopo la loro sezione, di abbassarsi finchè avesse trovato altro sostegno, per esempio, i legamenti tesi. Ma la gamba non si abbassò; conservò esattamente la medesima situazione, quella in cui la sfera della testa del femore tocca la cavità cotiloide. Lo si riconosceva non solo dal non esservi abbassamento notabile, ma altresì dal non potersi muovere la testa del femore in direzione opposta relativamente alle cavità cotiloidee, e dal volgersi essa come prima in modo perfettamente uniforme in questa cavità. *La gamba oscillante non è dunque pendente dai muscoli che l' uniscono al tronco, poichè non solo essa resta sospesa dopo la sezione di questi muscoli, ma altresì non va soggetta al minimo cangiamento nella sua situazione.*

2. *Esperienza.* Dopo aver tagliati i muscoli che uniscono la gamba al tronco, si tagliò circolarmente anche la membrana capsulare, che contribuisce egualmente ad operare tal congiunzione. Se la gamba fosse stata portata dalla capsula, avrebbe dovuto allora cadere affatto, o, finchè avesse trovato altro sostegno, discendere, per esempio, sul margine inferiore della cavità cotiloide. Ma essa non si abbassò minimamente; conservò esattamente la medesima situazione che per lo passato, quando le superficie sferiche della testa e della cavità si toccavano, del che si ebbe la prova cogli stessi mezzi dell'esperienza precedente. *La gamba oscillante non è dunque pendente alla membrana capsulare, poichè non solo rimane sospesa dopo la sezione di questa capsula, ma non comporta pure il minimo cangiamento nella sua situazione.*

3. *Esperienza.* Un piccolo foro fu praticato per la pelvi nel mezzo della cavità cotiloide, senza però avvicinarsi troppo al legamento rotondo od alla membrana capsulare. Se la gamba fosse stata sostenuta al disotto in modo qualunque, per esempio, pel lembo della cavità cotiloide, questo foro, praticato al sommo della cavità, non avrebbe potuto privarla del suo sostegno, nè avrebbe cangiata situazione. Ma essa si abbassò nel momento in cui la punta del trapano avea forata la cavità, nè toccava ancora la testa del femore, e discese sinchè fu arrestata dal legamento rotondo. Questa caduta non solo poteva osservarsi immediatamente durante l'esperienza, ma anche si riconosceva poscia, dal potersi allora sollevare un pò la gamba senza la cavità cotiloi-

de, respingerla a talento in questa e farnela uscire, oppure, senza ritirarla, dopo avervela introdotta, osservare che essa cadeva da sè una seconda volta. Questa esperienza fu ripetuta più volte su cadaveri diversi, non solo dopo la sezione della membrana capsulare, ma anche innanzi la sezione della capsula, nel qual caso, la gamba si abbassava sin a che fosse da questa sostenuta. *La gamba oscillante non pende adunque dal tronco, perchè l' orlo della cavità cotiloide sostiene la parte inferiore della testa del suo femore, ma perchè è ritenuta dal lato della parte superiore di questa medesima testa.*

4. *Esperienza.* Finalmente la gamba fu staccata totalmente dal tronco, poi la testa del femore introdotta di nuovo nella cavità cotiloide, e la sua superficie sferica messa esattamente a contatto con quella di questa cavità dopochè tutta l'aria usci pel foro. S'era l'aria atmosferica quella che portava la gamba innanzi, l'esperienza, dovea portarla anche adesso dopo l'otturamento del foro per cui si era introdotta nella cavità cotiloide. Si turò il foro col dito, e la gamba rimase pendente. Quando levavasi il dito, e l'aria potea di nuovo introdursi, il membro ricadeva. Tal esperienza può essere ripetuta quanto spesso si vuole sulla stessa gamba, e riesce sempre. Ogni volta che il membro cade, l'aria penetra fischiando nell'articolazione. *La gamba oscillante pende dunque dal tronco, sostenuta unicamente dalla pressione atmosferica, e non può cadere se non quando tale pressione diminuisce, o quando l'aria s'introduce fra la testa del femore e la parete della cavità cotiloide* (1).

Giammai, neppure nelle maggiori variazioni del barometro, la pressione atmosferica diminuisce quanto sarabbe d'uopo perchè la gamba uscisse dalla cavità cotiloide; ma la malattia può far sì che le superficie della testa del femore e della cavità cessino di essere ermeticamente applicate l'una contro l'altra.

In una malattia pericolosissima dell' articolazione femorale, che sventuratamente è frequente a' nostri giorni, e che è indicata col nome di cossalgia o lussazione spontanea, la testa del femore abbandona la cavità cotiloide senza causa esteriore, e la gamba diviene apparentemente più lunga. Al suo principio la malattia cagiona in generale lieve dolore, e spessissimo il malato, con suo gran detrimento, non vi presta alcuna attenzione e la trascura; ma tosto i dolori aumentano, perchè l'affezione si sviluppa, e si manifestano, tanto nell'articolazione medesima quanto nelle parti vicine, disordini, che espongono di frequente la vita a pericolo. Tale pericolo chiamò l'attenzione dei medici sul primo segno annunziante l'imminenza della malattia, cioè sull' uscita della testa del femore fuori della cavità cotiloide, che si riconosce da ciò che la distanza dal tallone alla cresta iliaca è maggiore nel lato infermo che nell'altro. Si cerca di spiegare questa caduta in molte guise diverse ma sempre ingannandosi perchè si attribuiva la causa del male a circostanze, le quali non si manifestano che più tardi coi progressi della malattia. Non si può, infatti, trovare una spiegazione soddisfacente, allorchè non si conosce la forza che ritiene la gam-

(1) Si vede da ciò come Palletta si è ingannato nelle sue sperienze, delle quali abbiamo parlato, §. 32. Egli apriva la cavità cotiloide, e per conseguenza facea penetrare l'aria nella articolazione. La gamba dovea tosto cadere, e Palletta dovea trovare un vuoto fra la testa del femore e la cavità cotiloide. Ma, come abbiamo già detto, ei s'ingannava quando dalla presenza di questo vuoto conchiudeva la piccolezza della testa del femore, insufficiente, secondo lui, per riempiere la cavità, e credeva questa conclusione talmente sicura che non gli sorse nemmeno l'idea di verificarne la giustezza.

ba nella cavità cotiloide nello stato di sanità e che cessa d'agire al principio della cossalgia (1).

Sapendo essere la pressione dell'aria atmosferica quella che ritiene le due superficie articolari a contatto, e sostiene, in tal guisa, la gamba, non abbiamo più bisogno di andare in cerca d'altra forza che scacci la testa del femore fuori della cavità cotiloide, poichè questa testa deve cadere allorchè cessano le circostanze, nelle quali la pressione atmosferica può esercitare la sua influenza, quando, per esempio, le due superficie articolari non sono più ermeticamente applicate l'una sull'altra, ciocchè può avvenire assai facilmente anche dal principio della malattia. Che l'orlo elastico della cavità cotiloidea cessi di stringere la testa del femore in guisa che il liquido contenuto nel sacco della capsula possa introdursi nella cavità cotiloide, che un liquido sia in questa trasudato dai vasi della membrana sinoviale che la riveste, o da vasi doventi l'origine ad una elaborazione infiammatoria, questi liquidi devono gravitare dall'interno allo esterno sulla testa del femore come l'aria gravita sopra essa dall'esterno allo interno, ed allora l'atmosfera non può portare più la gamba di quello che se il membro fosse attorniato d'aria da ogni lato. La gamba si abbassa dunque da sè e senza niuna violenza esteriore, finchè la membrana capsulare comporti dal suo lato una tensione. L'allungamento che da ciò risulta, e che dipende dalla lunghezza della capsula, è dapprincipio poco notabile; ma se la malattia persiste può aumentare per la distensione, alla quale il peso insolito della gamba assoggetta la capsula. Si spiega egualmente con ciò come può accadere che alla cessazione del male, l'abbassamento della gamba sparisca da sè e che il membro rientri spontaneamente nella cavità cotiloide senzachè rimanga la minima lesione portata all'articolazione; giacchè il liquido sparso è riassorbito dai vasi dacchè la causa cessa d'agire. Quanto alla scomparsa spontanea dall'allungamento che si osserva talvolta dopo l'ustione della regione malata, la si concepisce benissimo ammettendo che i muscoli estesi dalla gamba al tronco soffrono uno spasmo violento che gli obblighi a contrarsi con energia, e per cui non solo essi sollevano la gamba, ma la facciano altresì rientrare a forza nella cavità articolare; allora il liquido contenuto in quest'ultima cerca di uscire da ogni lato, scorre fra la testa del femore ed il legamento elastico, e

(1) Le spiegazioni erronee dell'allungamento della gamba nella cossalgia corrispondono perfettamente alle false idee che si concepivano della forza che porta il membro inferiore. Quelli che credevano non essere la gamba in niuna guisa ritenuta dall'articolazione medesima, non essere portata se non dai muscoli che s'uniscono al tronco, e dover cadere allorchè questi muscoli non la ritengono, attribuivano l'allungamento alla sola loro lassezza, e riducevano così la cossalgia a non essere che una semplice affezione muscolare, ciocchè non è vero almeno sul principio, e d'altronde il malato continua sempre a servirsi dei suoi muscoli come di quelli del membro opposto. Quelli i quali credevano la gamba ritenuta dalla membrana capsulare o dalla cavità cotiloide ammettevano che il margine della cavità fosse divenuto più grande, o la testa del femore più piccola per effetto d'una distruzione; dimodochè la testa usciva da sè dalla cavità troppo ampia per ritenerla, od alcune escrescenze, sia nella cavità cotiloide, sia nella testa del femore cagionavano una compressione che vinceva la resistenza della membrana capsulare o dell'orlo cotiloideo. Sopravvengono molte di queste escrescenze coi progressi della malattia, cagionando crudeli dolori; ma nel momento in cui la gamba comincia ad allungarsi lo individuo non accusa ordinariamente alcun dolore, o non ne soffre che leggerissimi, ciocchè non sarebbe possibile se già esistessero le disorganizzazioni. Aggiungiamo ancora che l'allungamento sparisce talvolta subitamente ed anche per lunga pezza, allorchè, per esempio, come si fa di frequente si applica il cauterio attuale all'intorno dell'articolazione, e tuttavia le escrescenze dovrebbero allora continuare a comprimere come per l'innanzi.

l'accorciamento in tal guisa ottenuto persiste, anche dopo la cessazione dello spasimo finchè il lavorio morboso, continuando, abbia effuso nuovo liquido pei vasi.

Questa organizzazione notabile dell'articolazione coscio-femorale per cui la pressione atmosferica porta la gamba, è della maggior importanza per tutti i movimenti del membro inferiore durante la sua sospensione al tronco, in particolare nel cammino e nella corsa, in cui questi movimenti sono necessarii a ciascun passo. Essendo la gamba portata dall'aria, è mobilissima, e la gran mobilità che possiede mentre il tronco la sostiene e la trasporta, le permette di oscillare come un pendolo senz'altro impulso che il proprio peso, d' abbandonare cioè la situazione obbliqua che aveva abbandonando il suolo, per giungere alla verticale, per oltrepassare anzi questa linea all'innanzi d'uno spazio pressochè eguale a quello che da essa la separava all'indietro. Tale organizzazione dell'articolazione coscio-femorale rammenta gl'ingegnosi metodi immaginati per ottenere un moto perfettamente libero da un corpo pesante, i quali consistono nel sopprimere il peso del corpo, nell'evitare lo sfregamento reciproco dei solidi (vero nemico del moto libero), in una parola, nel mettere il corpo del peso in equilibrio, secondo l'espressione usata per gli stromenti costrutti dietro questo principio. Il peso della gamba fu messo in equilibrio dalla natura colla medesima intenzione. È interessante confrontare i metodi inventati dai fisici con quelli ancora più ingegnosi usati dalla natura.

Nella fabbricazione degli stromenti e delle macchine, si dee spesso risolvere il problema di rendere un corpo grave liberamente mobile intorno ad un asse orizzontale. Si giunge di leggieri e compiutamente alla soluzione di questo problema quando l'asse può essere sottilissimo, o formato da un'orlo tagliente, qual è il caso d'una bilancia. Ma quando non si trova tal condizione, s'è d'uopo stabilire il corpo sul suo sostegno con forti cordoni, come, per esempio, la lunetta d'un cerchio meridiano, l'intero corpo vuol essere posto in equilibrio, conviene cioè farne sparire il peso. Quest'equilibrazione d'un corpo atto a girare rende necessaria una disposizione complicatissima; per esempio, in un cerchio meridiano, si fa portare il peso della lunetta da due corde (o parecchie braccia di leva articolate insieme in guisa da poter piegarsi l'uno sull'altro), che ravvolte intorno ad un asse, ascendono verticalmente, poi passano su carrucole, e sono talmente tese da pesi, che i cordini formanti gli archi dello stromento non gravitano sul sostegno che per una piccola frazione del peso della lunetta. Ma siffatta disposizione era impraticabile nel corpo umano; perciò la natura, onde porre la gamba in equilibrio durante la sua sospensione, ne fe' portare il peso dall'aria ambiente, e ciò mediante un meccanismo che sarebbe difficilissimo per certo a'nostri artisti l'imitare, ma che solo era compatibile col rimanente della struttura del corpo, e ch'essa seppe realizzare nel modo più perfetto.

Tutti i corpi che trovansi nell'aria atmosferica sono da essa premuti alla loro superficie; ma siccome tal pressione è pressochè eguale da ogni lato, non li mette in movimento, e non fa che sollevare piccola parte del loro peso. Se si sottrae una porzione della superficie di tal corpo alla pressione atmosferica, il suo equilibrio si trova in tal guisa distrutto, e comincia a muoversi secondo la direzione in cui cessa d'agire sovr'esso la pressione. Ora, quando la gamba è sospesa al tronco, è da da ogni lato compressa dall'atmosfera, ad eccezione della superficie sferica della testa del femore, coperta dalla cavità cotiloide che impedisce all'aria di affluire da quel lato. Dunque l'aria che gravita sul rimanente della superficie la spinge dal lato della cavità cotiloide, vale a dire la muove dal basso all'alto, o piuttosto sopprime il moto discendente che avrebbe se fosse abbandonata al proprio peso. Veramente, la cavità cotiloide vien compressa con egual forza inversamente dall'aria

che gravita su tutta la superficie del corpo, salvo il punto pel quale si toccano codesta cavità e la testa del femore; mà tal parte della pressione vien sopportata dall'altra gamba, che serve di appoggio alla pelvi. Giusta una cognita legge, la forza per la quale la gamba si trova sollevata, è pari ad una colonna di mercurio dell'altezza di quella del barometro, e la di cui superficie verticale segna il limite tra le superficie per le quali entrano fra loro in contatto la cavità cotiloide ed il collo del femore. Se supponiamo, ciò che molto si accosta alla verità, che il taglio trasversale di siffatta colonna di mercurio eguagli il prodotto della maggiore e della minore corda del segmento di sfera della cavità cotiloide, le quali, nelle fig. 1 e 2, tav. IX, si elevano a 25 e 47 millimetri, la forza in discorso (trovandosi il barometro a 750 millimetri) risulta eguale al peso di $750 \times 25 \times 47$ millimetri cubi di mercurio, o $=$ 11970 grammi, il che pareggia il peso della gamba, o non lo supera che di poco. Non abbiamo d'uopo di troppo diffonderci per provare che, quando la gamba viene tratta dall'alto al basso, non solo dal proprio peso, ma eziandio da altre forze esterne, per esempio, quando la si adopera a sollevare un fardello posato sul piede, i muscoli devono agire, e quel fardello addizionale dev' essere sopportato tutto intero dalla forza muscolare.

CAPITOLO IV.

DELL'ARTICOLAZIONE DEL GINOCCHIO.

§ 65. *Mobilità della gamba comparata a quella dell'antibraccio.*

Conviene tra loro distinguere due generi di servigio che rende la gamba all'uomo. Primieramente, è un appoggio, suscettibile di allungarsi ed accorciarsi che porta il restante del corpo; ha dessa perciò d' uopo di poter piegarsi e distendersi nell'articolazione del ginocchio, e nel trovarsi stesa deve essere rigida, affine di non potersi muovere altrimenti, giacchè ogni altro moto renderebbe l'appoggio incerto. Secondariamente, essa fa l'uffizio d'un braccio imperfetto, per esempio, nell' azione di arrampicarsi. ed anche più spesso nello stare seduti; perciò, vuole non solo poter piegarsi e distendersi nell'articolazione del ginocchio, ma eziandio volgersi sopra sè stessa nella sua parte inferiore, cioè eseguire moti di pronazione e di supinazione. Non potendo essere insieme riuniti questi due ufficii, la gamba non li compie simultaneamente, ma alternativamente, il primo quando il ginocchio è steso, ed il secondo quando è piegato.

Nella flessione del ginocchio, che rende il membro inferiore inatto a servire di sostegno, la gamba è suscettibile di pronazione e di supinazione, perchè certi legamenti i quali tesi, impedirebbero tali due moti, divengono lassi pel fatto medesimo della flessione. Nel distendimento del ginocchio, che tende il membro inferiore incapace per l'azione di arrampicarsi e per quella di sedersi, la gamba è meno atta alla pronazione ed alla supinazione, perchè i detti legamenti si tendono allora da per sè stessi, e tanto più quanto è maggiore il distendimento, imperocchè giunto che sia al massimo quest' ultimo, la pronazione e la supinazione divengono assolutamente impossibili. La pronazione e la supinazione possibili quando si trova piegato il ginocchio, se non furono negati formalmente, almeno sfuggirono all' attenzione della maggior parte degli osservatori; pure sono molto importanti, e meritano considerazione, se non per altro per la considerabile loro estensione. Abbiamo sopra di ciò prese, tanto sul vivo che sul morto, delle misure che faranno meglio conoscere quei due moti di cui è suscettibile la gamba.

Benchè la gamba abbia qualche somiglianza coll'antibraccio, essendo, com'esso, formata di due ossi lunghi, situati l'uno accanto all'altro, che vi occupano, tra il piede e la coscia, lo stesso sito come nell'antibraccio tra la mano ed il braccio, e sia essa, al pari dell'antibraccio, suscettibile di due generi di moti, l'uno di flessione e di stendimento, l'altro di supinazione e di pronazione, pure, esaminandola dappresso, si vede che molto ne differisce. La pronazione e la supinazione sono prodotte nella gamba da un meccanismo diverso da quello nel braccio, e tale differenza ha per iscopo che la gamba possa acquistare la rigidezza e la solidità senza le quali servir non potrebbe di appoggio al corpo, il che rende necessario che non possa comunicare al piede che un moto limitato di pronazione e di supinazione, laddove all'opposto l'antibraccio può effettuare questi ultimi due moti con molta perfezione, attesochè non serve che assai debolmente di appoggio. La tibia (*Tibia* tav. I) è un sostegno che posa inferiormente sul piede, e che, superiormente, nell'articolazione del ginocchio, porta la coscia col rimanente del corpo, che per conseguenza si estende dalla articolazione del piede sino a quella del ginocchio, e che, sui due punti, costituisce l'osso principale mediante il quale succede l'articolazione. Quella unione di due articolazioni così distanti l'una dall'altra come quella del piede e del ginocchio mediante un solo osso, la tibia, solidamente congiunta ad entrambe, è la causa della gran solidità che possiede la gamba. Non ha tanta solidità l'antibraccio, perchè due ossi, i quali nemmeno fan corpo insieme, il radio (*RE*, tav. I) ed il cubito (*U*), stabiliscono l'unione fra le due articolazioni, egualmente lontanissime tra loro, della mano e del gomito. Il radio si articola colla mano; ma, sebbene giunga in alto sino all'omero, non vi è fissato. I due ossi sono tanto mobili l'uno sull'altro, che la pronazione e la supinazione sono molto estese nell'antibraccio, e che in ogni grado di flessione e di estendimento siffatti due moti vi conservano la medesima estensione e la stessa facilità di esecuzione. Nel braccio la pronazione e la supinazione sono affatto indipendenti dalla flessione e dal distendimento; la prima non dipende che dal movimento del radio, la seconda soltanto da quello del cubito, e sono i due ossi talmente uniti insieme, che il movimento dell'uno non impedisce quello dell'altro. Siccome il solo cubito forma cerniera coll'omero (dimodochè non è suscettibile che di flessione e di stendimento), nessuno dei due legamenti laterali che devono consolidare tal cerniera non va dall'omero al radio, ed entrambi riescono al cubito; il radio, che quindi non trovasi unito all'omero per verun legamento, e che non è fissato se non al cubito, partecipa bensì di tutti i movimenti che eseguisce quest'ultimo sul braccio, ma il braccio non gl'impedisce, qualunque sia rispetto ad esso la situazione dell'antibraccio, di eseguire un altro movimento oltre quello di cerniera, il solo di lui sia suscettibile il cubito. Il radio non tocca che la piccola testa dell'omero, per uno scavo sferico della sua estremità superiore, e forma con essa una noccella. Il centro di tale enartrosi, intorno alla quale non vedesi nessun legamento, riesce sul prolungamento dell'asse della cerniera del cubito, e permette all'osso di volgersi liberamente sopra sè medesimo, in ogni grado possibile di stendimento e di flessione del braccio. Il solo legamento che vada dal condilo esterno dell'omero all'antibraccio, il legamento laterale esterno, non riesce al radio, ma gli passa dinanzi per arrivare al cubito, o piuttosto il radio passa attraverso una fessura di quel legamento, senza contrar con esso alcuna connessione. Effettivamente il legamento laterale esterno si divide in due linguette, abbraccianti il collo del radio, che s'inseriscono nel cubito, e che sono insieme unite mediante alcune fibre anellari (1). Questo legamento ritiene bensì i tre ossi, l'omero, il cubito ed

(1) Le due linguette che il legamento laterale esterno produce colla sua scis-

il radio, ma non impedisce quest'ultimo di volgersi nella sua fessura, conservando sempre la stessa libertà, perchè, siccome dimostreremo nel paragrafo seguente, rimane uniformemente teso in ogni situazione dell'articolazione. Ma nel mentre che l'estremità superiore del radio rimane così costantemente ferma nello stesso punto, la sua estremità inferiore descrive una porzione di cerchio intorno al cubito, verso il quale, operando tal movimento, rivolge sempre lo stesso lato. Il radio descrive dunque intorno al cubito un segmento di superficie conica, la cui cima corrisponde al centro della piccola testa dell'omero. La mano, articolata colla sua estremità inferiore, si muove in cerchio intorno al prolungamento del cubito, allorchè il radio eseguisce il suo movimento conico. In tale torsione della mano, che sempre avviene nella stessa guisa qualunque sia il grado di flessione o di stendimento del braccio, consistono la sua pronazione e la sua supinazione, i quali, per conseguenza, si effettuano sempre dentro estesi limiti, liberamente ed indipendentemente dalla flessione e dal distendimento. Da ciò si vede quanto la libertà e l'indipendenza delle due ossa, il radio ed il cubito, e la loro mobilità relativa, riescano necessarie perchè la pronazione e la supinazione sieno libere ed indipendenti dalla flessione e dallo stendimento.

Va altrimenti la cosa nella gamba. Qui la fibula sta unita alla tibia in guisa da non potersi muovere su di essa: partecipa dunque a tutti i movimenti che eseguisce questa ultima, e non può averne altri. Inoltre, la coscia ed il piede sono insieme uniti mediante un solo e medesimo osso, la tibia. La pronazione e la supinazione del piede non potrebbero dunque risultare dalla torsione di un osso sull'altro, e non ponno essere l'effetto che di quella della intera gamba al ginocchio: laonde fu l'articolazione del ginocchio costrutta in modo che quell'attitudine a volgersi sopra sè stessa non comprometta per nulla la sua solidità, poichè non avviene nello stendimento del ginocchio, momento in cui nuocerebbe, e non riesce possibile che nel piegamento di quest'articolazione.

§ 66. *Disposizione dell' articolazione del ginocchio comparata a quella dell' articolazione del gomito.*

Soglionsi paragonare molte articolazioni del corpo, fra le altre quella del ginocchio, e delle cerniere. La cerniera è un modo di unione di due corpi solidi, che loro non permette se non di volgersi intorno ad un asse comune, l'asse di rotazione della cerniera. Ma in parecchie maniere diverse giungere si può a tale risultato. Riesce da sè evidente che quando una superficie convessa ed una superficie concava si adattano esattamente insieme, senza che sia loro possibile il lasciarsi, esse non permettono rotazione se non quando sono rotonde e concentriche. Se sono, come nella noce, superficie sferiche, concentriche, perfettamente adattate l'una all'altra, possono rivolgersi intorno a qualsivoglia linea passante pel centro, che fa allora l'ufficio di asse; ma se, come nella cerniera, non sono rotondate che in un verso, se sono, per esempio, superficie cilindriche, non possono volgersi che intorno ad una sola linea, l'asse del cilindro. Si sa che le cerniere sono frequentemente usate nelle arti; l'asse allora è costituito da un perno, o da un ago attraversante i due corpi. Spesso la natura ebbe ancora bisogno di siffatto meccanismo per unire insieme le ossa; ma non si servì nè di perno nè di ago. Così, a cagion d'esempio, l'artico-

sione, e le fibre anellari cui uniscono insieme, furono descritte come un legamento particolare (*legamento anellare del radio*), in cui termina il legamento laterale. Ma siffatto modo di vedere è falso, giacchè le fibre che costituiscono le due linguette si estendono senza interruzione dell'omero sino al cubito.

lazione del piede e quella del gomito sono cerniere, e quindi differiscono da quella dell'anca, che costituisce una noce; imperocchè mentre i tagli dell'articolazione coscio femorale rappresentano, per qualunque verso sieno eseguiti, superficie circolari, donde avviene che non si possono paragonare ad alcuna cerniera, ma soltanto alla noce, quella del piede e quella del gomito non danno tagli circolari se non quando sono questi paralleli ad un piano determinato, quello in cui succedono la flessione e lo stendimento; donde risulta che le superficie di queste articolazioni non sono rotonde che rispetto ad un solo asse, come un cilindro od un cono. La tav. X, fig. 1, rappresenta uno di cotesti tagli eseguiti sull'articolazione omero-cubitale; vi si vedono gli orli circolari del taglio che divide questa perpendicolarmente all'asse di stendimento e di flessione. Tutti i tagli della stessa articolazione che non sono a quelli paralleli non offrono orli circolari, per esempio, il taglio tav. IX, fig. 3, fatto perpendicolarmente al precedente. Tali figure dimostrano che le cerniere formate dalla natura molto differiscono da quelle delle nostre, in cui un ago attraversa i due corpi articolati insieme. Esse diversificano pure essenzialmente da quelle più complicate, nelle quali una parte stessa dell'uno dei due corpi ha ricevuta la forma di perno, in quanto che quì il perno attraversa l'altro corpo, od almeno da esso si trova in gran parte avvolto, perlochè si tengono insieme, laddove, nelle articolazioni degli animali e dell'uomo, la natura non circonda la superficie convessa che di un piccolo segmento di cerchio della superficie concava, e così permette alle due superficie di allontanarsi l'una dall'altra; del che si è profittato per rendere le figure riferite più chiare, allontanando alquanto le superficie e lasciando quindi meglio vederne i limiti. Ma ovviò natura a tal difetto con legamenti che mantengono le superficie concave tra loro applicate, ed impediscono il loro allontanarsi altrimente che per l'effetto di una distensione violenta, di una laceratura o di una sezione.

Perchè una cerniera permetta agli ossi che unisce di agire l'uno sull'altro, ma senza che sia loro possibile di oltrepassare certi limiti, fa duopo di una disposizione che arresti il movimento, e che può egualmente avvenire in diversi modi. Il trattenimento può essere repentino, allorchè uno degli ossi offre, a tal effetto, una prominenza che ricalzi l'altro osso, giunto che sia il movimento al suo limite. Può esso avvenire a poco a poco, quando un legamento elastico unisce due punti dei due ossi distanti dall'asse di torsione, e si tende gradatamente secondo che cresce questa. Il primo di questi due modi fu usato nel gomito; giacchè sebbene esistano legamenti che uniscono insieme l'omero e le ossa del braccio, non cresce la loro tensione nè nel distendimento nè nella flessione, perchè non s'inseriscono eccentricamente nei punti terminali dell'asse di torsione, dimodochè le loro inserzioni inferiori al cubito descrivono cerchi intorno alle superiori. Ma il cubito presenta due prominenze: all'innanzi, la apofisi coronoide (*c*, tav. X, fig. 1), all'indietro, l'olecrano (*o*, tav. X, fig. 1), che arrestano il movimento subitamente, perchè si pongono dinanzi all'omero.

Del pari che l'articolazione del gomito, quella del ginocchio sembra, a prima giunta, dover pur essere comparata alla cerniera, perchè il movimento ordinario del ginocchio somiglia perfettamente a quello del gomito. Ma, guardandovi dappresso, si vede che se il ginocchio fa lo stesso ufficio del cubito, si trova tutto altrimente disposto. Esso bensì permette un distendimento ed una flessione considerabilissimi della gamba; ma non ha superficie rotondate, che si adattino e scorrano l'una sull'altra, giacchè l'una delle due superficie che vi si vedono poste a riscontro, quella del femore forma, nel suo taglio trasversale, dall'indietro all'innanzi, una porzione di spirale, e l'altra, quella della gamba, un piano quasi perfetto.

Queste due superficie non si toccano dunque che per un solo punto nel taglio trasversale. I condili rotondati del femore posano sopra una supercie quasi piana formata dalla tibia, come la ruota sul suolo, e, come questa, girano dall'indietro all'innanzi nel distendimento, dall'innanzi allo indietro nella flessione, il che bensì raggiunge lo scopo della cerniera, ma colla differenza che l'asse di torsione delle due parti unite insieme si sposta parallelamente da per sè, poichè si opera una specie di svolgimento, nel quale sono posti in contatto tra loro sempre nuovi punti. Il moto qui si effettua intorno al punto che si alza ad ogni istante, ed, in conseguenza, l'asse si rimuove simultaneamente col punto di contatto. L'articolazione del ginocchio differisce essenzialmente, non solo dalla cerniera, ma eziandio da ogni altra articolazione del corpo, perchè nello stendimento e nella flessione, l'una delle superficie articolari si muove sull'altra come una culla.

Siccome le ruote della carrozza, non solo circolano sopra un suolo orizzontale, ma anche girano intorno ad un asse perpendicolare, perchè non toccano che in un solo punto il suolo, del pari il femore, coi due suoi condili, può, quando anche sia applicato fortemente sulla superficie piana della tibia, non solo girare in due versi sopra di essa, il che permette al membro di allungarsi o piegarsi, ma anche girare intorno ad un asse perpendicolare alla detta superficie. Tale torsione, come già dicemmo, viene impedita dai legamenti, quando il membro si trova steso; ma, nello stato di flessione, ha gran latitudine, ed esercita una parte assai importante, per rispetto alle funzioni della gamba. Essa riuscirebbe affatto impossibile in una cerniera come l'articolazione del cubito. A tutte codeste differenze fra il ginocchio ed il gomito, conviene anche aggiungere che, nella prima delle due articolazioni, lo stendimento e la flessione hanno egualmente limiti, ma che il trattenimento non avviene subitamente per via di prominenze ossee, e succede a poco a poco per la tensione dei legamenti.

§ 67. *Limiti della mobilità dell'articolazione del ginocchio.*

I due ossi che si articolano insieme nel ginocchio, il femore e la tibia, possono volgersi l'uno sull'altro in due piani differenti, siccome facemmo vedere nel paragrafo precedente; dapprima in un piano verticale che occupano le due ossa, intorno ad un asse orizzontale diretto dal lato destro al lato sinistro (flessione e stendimento); poscia in un piano orizzontale (parallelo alla superficie articolare della tibia), intorno all'asse longitudinale della tibia (pronazione e supinazione). I due moti non hanno sempre gli stessi limiti; quelli della pronazione e della supinazione sono più lontani o più vicini, quando sono maggiori la flessione o lo stendimento, *vice versa.*

Per conoscere i limiti che pongono le superficie ed i legamenti articolari alla flessione ed al distendimento, siccome pure alla pronazione ed alla supinazione, prendemmo una gamba spogliata dei suoi muscoli, e ne serrammo il femore in una morsa, in modo che stesse orizzontalmente, o che le facce laterali del ginocchio fossero rivolte all'ingiù. Il moto di stendimento e di flessione avveniva allora nel piano orizzontale, e lo potemmo misurare determinando, coll'aiuto dell'ago calamitato (come nel §. 44), l'angolo di cui la tibia, sola mobile, poteva, agendo sul femore, cangiare posizione per rispetto al meridiano magnetico. Giusta le misure prese su quattro cadaveri, l'estensione del distendimento e della flessione fu di 156, 166, 166, 175, termine medio 162 gradi. Quell'angolo, secondo le misure prese su due uomini vivi (§. 41), era di gradi 153, 1 e 156, 5 termine medio gradi 144, 8 soltanto, vale a dire minore di 20 gradi che nei cadaveri. Essendo la differenza troppo notabile per poterla credere accidentale, da ciò sembra essa dipendere che i nostri muscoli non muovono mai il ginocchio quanto lo permette

l'apparecchio articolare, o che essi impediscono, col loro volume, alle ossa di ravvicinarsi quanto lo possono queste sullo scheletro.

Quanto al moto di pronazione e di supinazione, nel quale la gamba si volge sopra sè medesima in un piano orizzontale, o secondo la sua lunghezza, ma che, per la situazione da noi data al membro, si effettuava in un piano verticale, noi lo misurammo col soccorso d'un cerchio diviso e fornito d'un filo a piombo nel suo centro, cui applicammo (come nel §. 63) alle verghette introdotte ad angolo retto nella tibia, e determinammo così l'angolo di cui la tibia può cangiar situazione per rispetto al filo a piombo. Giusta quelle misure, il massimo d'estensione della pronazione e della supinazione ebbe luogo per una flessione del ginocchio di circa 145 gradi, e nei quattro cadaveri su cui avevamo precedentemente misurato la flessione e lo stendimento, fu di 25, 37, 39 e 44 gradi, termine medio 39. Codesto massimo poco diminuiva quando si portava a poco a poco il ginocchio da 145 gradi a 90, gli si faceva cioè descrivere l'angolo retto cui forma nell'uomo seduto; il termine medio risultò tuttavia di 34 gradi nei cadaveri posti in esperienza. Ma se continuavasi a distendere la gamba, l'angolo della pronazione e della supinazione scemava rapidamente, dimodochè, nello stato di compiuto stendimento, si perdeva totalmente, divenendo la pronazione e la supinazione affatto impossibili in quella situazione.

§ 68. *Forma delle superficie articolari del ginocchio.*

L'estremità superiore della tibia, su cui posa il femore, è divisa da un elevamento mediano (*spina della tibia*), in due metà laterali, chiamate *condili* della tibia, e che sopportano due superficie articolari pianissime, mediante le quali l'osso entra in contatto col femore. La tav. X, fig. 2. rappresenta le due superficie articolari della tibia, tagliate per traverso dall'uno all'altro lato. Esse vi appariscono entrambe leggiermente concave. La spina che le separa tra di loro ha una parete più ravvicinata alla verticale nel lato interno che nel lato esterno. Segando i condili della tibia perpendicolarmente dall'indietro all'innanzi, la superficie articolare dell'interno (fig. 4) apparisce pochissimo concava, e quella dell'esterno (fig. 3) è eziandio leggermente convessa, il che dipende dalla spina, la quale, siccome dicemmo, si assottiglia assai lentamente in quest'ultima direzione.

Il femore si appoggia su codeste due facce articolari quasi piane della tibia per due condili allungati dall'innanzi all'indietro ed alquanto divergenti, i quali, posteriormente, son tra loro separati, nella maggior parte della loro lunghezza, da una infossatura larga e profonda (fosse popletee, *poples*), e che anteriormente comunicano insieme per la superficie articolare rivolta verso la rotella, colla quale si confondono le loro proprie superficie articolari. Il taglio dell'articolazione del ginocchio rappresentato fig. 2 offre i due condili segati trasversalmente dall'uno all'altro lato, e separati dalla fossa poplitea, che riceve l'eminenza media situata sulla faccia corrispondente della tibia, ma senza essere da essa riempita; questa figura dimostra che i condili sono convessi dall'uno all'altro lato. Segando l'articolazione nel verso secondo il quale succedono la sua flessione ed il suo distendimento, vale a dire dall'innanzi all'indietro, come nelle figure 3 e 4, si riconosce, e con un solo sguardo superficiale dato alle figure se ne acquista la convinzione, che i margini dei condili del femore nel verso della flessione e del distendimento, non sono segmenti di cerchio, che non sono tampoco rotondi come la carrucola dell'omero (fig. 1), e che cresce la loro curvatura dall'innanzi all'indietro, o, ciò che torna lo stesso, che il semi-diametro della curvatura diminuisce all'indietro (1). Misu-

(1) Si ottiene una veduta ancora più esatta e più perfetta della curvatura dei

rammo il semi-diametro della curvatura in varii punti della periferia, da *a* sino a *b* (fig. 4), la sua estensione (1), ogni cinque millimetri; essa era di 16, 85, 17,58, 16,37, 17,42, 19,76, 22,47, 47,36, 53,00 millimetri. Si vede subito, da tal serie di misure, che i semi-diametri della curvatura rimangono quasi eguali nelle prime porzioni, ma che poi crescono rapidamente. Si possono dunque paragonare le curvature che i due condili rappresentano nel verso dall' innanzi all' indietro, ad una spirale il cui primo giro somiglia quasi ad un cerchio.

Distinguesi una ruota che circola sul suolo da quella che scorre di sopra. Ma se il cammino su cui deve muoversi la ruota rappresenta un cerchio coincidente colla periferia di questa ruota, non vi ha più distinzione tra ruotolare e scorrere; la intera periferia della ruota non può più che spostarsi simultaneamente in ogni punto di quella carriera; ciò accade nelle cerniere e nelle articolazioni, che abbiamo comparate, come quella del cubito, alla cerniera; ma non già nell'articolazione del ginocchio, le cui superficie non si confondono e neppur sono circolari. Perlocchè, quando il femore si muove sulla tibia, è necessaria la distinzione tra ruotolare e scorrere: ora abbiamo a ricercare se e come avvengano l'uno e l'altro di questi effetti, o se entrambi si manifestino ad un tempo.

§ 69. *Il femore ruotola e scorre ad un tempo quando si piega e si distende sulla superficie della tibia.*

La situazione del femore sulla tibia non è quella d'una palla che giri liberamente, ma quella d'una ruota, impedita nei suoi movimenti, che circoli e scorra in pari tempo. Il femore, ruotolando sulla tibia, vien trattenuto dai legamenti che uniscono le due ossa insieme. Ma sebbene questi legamenti impediscono in parte il rotolamento dei condili femorali, e li forzino a scorrere, pure non vi pongono un ostacolo assoluto, siccome lo provano le esperienze seguenti.

Dopo avere aperta un'articolazione del ginocchio di cui tutti i legamenti efficaci erano intatti, contrassegnammo i punti pei quali la tibia ed il femore si toccavano nella flessione del ginocchio, indi i nuovi loro punti di contatto nello stendimento di quell'articolazione. Ne risultò che le due superficie articolari si toccavano successivamente per punti differenti. Ma i punti che giungevano successivamente a toccarsi erano più tra loro allontanati sulla faccia rotonda del femore che sulla faccia superiore della tibia. In caso di rotazione compiuta, le distanze avrebbono dovuto essere eguali sulle due facce. Per conseguenza non vi era nè semplice scorrimento, nè semplice rotolamento, ma l'uno e l'altro ad un tempo. Per convincerci di tal fatto in altro modo, contrassegnammo la linea che passa per i centri dei due cerchi (c, tav. II, fig. 4), quasi si confonde con gran parte delle superficie articolari spiroidi dei condili, e può essere considerata approssimativamente come la felinea che,nel femore rotolante, corrisponde all'asse della ruota. A tal effetto, piantammo delle verghette, da ciascun lato, nei punti terminali; poi ritenemmo la tibia in una morsa, ed osservammo i moti che i punti contrassegnati facevano, nella flessione e nello stendimento, verso le due verghe. Risultò pure da tale esperienza che i detti punti indietreggiavano o si avanzavano, secondo che si piegava o si

condili, segandoli nel verso della loro lunghezza, e dividendoli per conseguenza in due piani convergenti posteriormente.

(1) Allorchè si divide una curva in parti piccolissime, si possono considerare queste parti come archi di cerchio il cui semi-diametro è tanto maggiore quanto risulta minore la curvatura della porzione. Da ciò si misura la curvatura di una di quelle porzioni, secondo che dev' essere concepita corrispondente all' arco di un grande o di un piccolo cerchio, e chiamasi il raggio di questo cerchio semidiametro della curvatura del segmento della curva.

stendeva l'articolazione. Ma, inoltre, si osservavano in essi una discesa ed un'ascensione simultanee, che risultavano di cinque millimetri nel condilo esterno, il che dipendeva dal fatto che i raggi vettori cc', cc'', cc'', tirati da quei punti verso la periferia, si allungano dall'indietro all'innanzi, dimodochè il punto o sale o discende, secondo che un raggio vettore più lungo o più corto giunge a trovarsi perpendicolare sulla tibia. Quell'ostacolo al ruotolamento od allo sviluppo dei condili del femore, sulla superficie quasi piana della tibia, vien prodotto dai legamenti del ginocchio, che limitano i movimenti dell'articolazione, e mantengono continuamente in contatto le superficie articolari. Si annoverano quattro di questi legamenti, due laterali, situati anteriormente da ciascun lato dell'articolazione, e due incrocicchiati, posti nel garretto. Due appartengono a ciascun condilo: il condilo interno riceve il legamento laterale interno (tav. IV, fig. 1, *l*, *i*,) ed il legamento incrocicchiato posteriore (tav. VI, fig. 1, 2, *c*, *p*); al condilo esterno riescono il legamento laterale esterno (tav. III, fig. 1, 2, *l*, *e*) ed il legamento incrocicchiato anteriore (tav. V, fig. 1, 2, *c*, *a*).

§ 70. *I legamenti laterali dell'articolazione del ginocchio agiscono massime nello stendimento del ginocchio, ed i legamenti incrocicchiati nella sua flessione.*

Per giungere ad una base che potesse permettere di valutare sicuramente l'efficacia dei legamenti, usammo il mezzo seguente. Per via di esatte misure, prese come fu detto § 44 e 63, determinammo il grado dei movimenti angolari di cui è suscettibile in differenti versi l'articolazione, quando è intatta; indi tagliammo il legamento che intendevamo studiare, e ripetemmo poi le misure. Comparando le due serie, conoscevamo il cangiamento che la sezione del legamento aveva fatto incontrare all'articolazione, per rispetto alla sua mobilità. In siffatto modo, siccome pure osservando attentamente la forma e la situazione dei legamenti, ed i rapporti loro colla forma delle superficie articolari che ritengono unite, avemmo i risultati seguenti.

Allorchè si toglie interamente la membrana capsulare, e non si lasciano che i due legamenti laterali, i due legamenti incrocicchiati e le cartilagini semilunari, trovasi che l'estensione dei movimenti dell'articolazione non è cangiata sensibilmente, che le ossa sono ancora così solidamente unite insieme, e che tutti i movimenti si eseguiscono colla stessa conformità. Ma, ove si faccia la esperienza inversa, si taglino i quattro legamenti, rispettando la membrana capsulare, salvo una piccola incisione che bisogna praticare all'innanzi, presso la rotella, nella sua parte più lassa, per poter giungere sino ai legamenti incrocicchiati, incisione che d'altronde non modifica menomamente l'influenza della capsula sulle superficie articolari, quivi essendo codesta membrana troppo larga e troppo allentata per poter contribuire o ritener le ossa, trovasi che l'articolazione è distrutta, che le ossa lasciano un intervallo tra loro, e che vacillano, perchè ciascuno obbedisce, indipendentemente dall'altro, a qualunque impulsione dal di fuori. L'articolazione del ginocchio non è dunque ritenuta dalla membrana capsulare, ma bensì dai quattro legamenti.

Quando dopo aver tolta la capsula, taglievamo i due legamenti incrocicchiati, non lasciando più le ossa ritenute che dai due legamenti laterali, trovavamo che la solidità dell'articolazione non aveva quasi sofferto nello stato di stendimento del membro; le ossa continuavano ad essere così immobili in ogni verso: soltanto lo stendimento poteva crescere di alcuni gradi. Ma quanto più piegavasi l'articolazione, tanto più divenivano allentate e mobili le sue ossa, e già bastava una moderata flessione perchè non tenessero più insieme, perchè vacillas-

sero a ciascun movimento. I legamenti laterali più non ritornavano nello stato di tensione quando si continuava la flessione, la quale poteva essere portata senza difficoltà sino a che le ossa medesime giungessero a toccarsi. La estensione della pronazione e della supinazione della gamba era cresciuta di alcuni gradi.

Se, all' opposto, si tagliavano i legamenti laterali, lasciando i legamenti incrocicchiati, succedevano i fenomeni inversi. Nella flessione compiuta, la solidità dell'articolazione non era cangiata per nulla, era stretta l'articolazione, non vacillavano le ossa, i legamenti laterali bastavano per ritenerle unite insieme, siccome pure si opponevano ad una flessione eccessiva. Ma, quando si diminuiva la flessione, si sconcertava l' articolazione, e la gamba descriveva sopra sè medesima quasi un quarto di cerchio, colla sola sua gravità, dimodochè le dita dei piedi si rivolgevano al di fuori, lasciando i legamenti incrocicchiati la loro obbliquità primitiva per divenir verticali e paralleli. Le superficie articolari si allontanavano grandemente l'una dall' altra. Così i legamenti incrocicchiati potevano limitare la torsione al di dentro, perchè giravano a spirale l' uno sull'altro, e ponevano in intimo contatto le superficie articolari, ma non potevano limitarla al di dentro, perchè allora si ripiegavano sopra sè medesimi, e cessavano d' incrocicchiarsi.

Da ciò dunque deriva che i legamenti laterali restringono i movimenti del ginocchio nel distendimento, che lo stesso fanno i legamenti incrocicchiati nella flessione, e che, in quest' ultimo caso, i legamenti laterali non servono che ad impedire ai legamenti incrocicchiati di comportare la torsione che li renderebbe paralleli tra loro.

§ 71. *I legamenti laterali dell' articolazione del ginocchio si tendono nel distendimento, ed impediscono la pronazione e la supinazione; si rallentano nella flessione, ed allora permettono questi ultimi due movimenti.*

Comparando i legamenti laterali dell' articolazione del ginocchio con quelli dell' articolazione del cubito, si trova gran differenza nel loro modo di agire. I legamenti laterali del cubito sono assai tesi, e conservano la medesima tensione in ogni situazione dell' articolazione, perchè le loro estremità superiori si fissano ai punti terminali dell' asse medesimo di rotazione. Perlocchè mantengono essi continuamente le superficie articolari in contatto, e quindi non permettono al cubito, cui uniscono coll' omero, altro movimento che quello di distendimento e di flessione. Il ginocchio non altro potrebbe se non essere disteso e piegato, se i suoi legamenti laterali fossero continuamente tesi, come quelli del gomito. Ma la sua particolare costruzione non solo fa si che i suoi legamenti laterali, l' esterno specialmente, sieno rallentati nella flessione, e che allora, oltre il distendimento o la flessione, permettono altresì la torsione della tibia sul suo asse longitudinale, ma che cresca la loro tensione col distendimento, e che, quando questo sia compiuto, divenga esso tanto forte da rendere assolutamente impossibile qualunque torsione. Siffatta disposizione viene manifestata dalla tav. III. La fig. 1 rappresenta il ginocchio disteso, il che fa comparire teso il legamento laterale esterno (*l*, *e*); nella fig. 2, all' opposto, si vede piegato il ginocchio, ed il legamento esterno vi si trova rallentato. Eccone la causa. Abbiamo veduto che le superficie articolari dei condili non sono rotonde, ma curvate a guisa di spirale, di cui il primo giro si avvicina alla superficie del cilindro (tav. X, fig. 4). All' asse *c* del cilindro a cui si avvicina la prima porzione della faccia a spirale dei condili, si attaccano, da ciascun lato, le estremità superiori dei due legamenti laterali (*conf.* le tav. III e IV, fig. 1). Ora, si figurino le linee tirate dal punto *c* (tav. IV, fig. 1) alla periferia; giusta il § 68 i raggi cc', cc'', cc''' hanno quasi la medesima lunghezza. Se dunque vien

piegata l' articolazione in modo che la superficie della tibia entri successivamente in contatto coi punti c', c'', c''', i due legamenti laterali devono essere rallentati uniformemente in ogni situazione, e quindi anche permettere la torsione orizzontale della tibia allo stesso grado. Ma se si considerano i raggi c^{IV}, c, che vengono poi, si vedono crescere rapidamente in lunghezza. Dunque, se il ginocchio si distende maggiormente, in guisa che c^{IV} e c entrino in contatto colle superficie della tibia, il punto c deve alzarsi tanto più quanto divengono più lunghi i raggi. I legamenti laterali devono dunque allora tendersi, e con ciò appunto limitare sempre più la torsione orizzontale della tibia. Ma quando sono compiutamente tesi, stringono fortemente le due superficie articolari l' una contro l' altra, e si oppongono non solo alla torsione orizzontale della tibia, ma eziandio al distendimento ulteriore dell'articolazione. Ora avviene siffatta tensione dei legamenti laterali quando il ginocchio acquista la situazione rappresentata nella tav. III, fig. 1, vale a dire quando le due ossa sono poste sopra una stessa linea retta. Allora altro non può il ginocchio se non piegarsi, ed, in tal situazione, basta la tensione di un solo tendine, il legamente rotuliano, per convertire la gamba in un sostegno compiutamente rigido.

La conoscenza esatta della costruzione del ginocchio può servire a spiegare il perchè, giusta le misure da noi riferite (§ 67), la torsione orizzontale della tibia, la pronazione e la supinazione furono trovate quasi eguali e molto considerabili in ogni grado elevato di flessione del ginocchio, mentre diminuivano rapidamente, secondo che la gamba si avvicinava al distendimento, e scomparivano affatto quando era questo compiuto. Da ciò pur si comprende che lo stendimento, la pronazione e la supinazione non possono aver luogo quando furono tagliati i legamenti, tranne i laterali.

Abbiamo dimostrato, e provato con misure, che i punti superiori di attacco c, c, dei legamenti laterali, salgono e discendono, ed in pari tempo avanzano ed indietreggiano, nel distendimento e nella flessione. Ma tale movimento dei condili non risulta eguale dai due lati; è più considerabile nel condilo esterno, dimodochè questo gira in qualche modo intorno all' interno, donde avviene che il legamento laterale esterno si tende più rapidamente che l' interno. Siffatta ineguaglianza di movimento dipende ad un tempo dalla mancanza di simmetria dei condili e dei loro legamenti.

Il legamento laterale interno del ginocchio rappresentato nella tav. IV, fig. 1, ha direzione perpendicolare, quando si trova distesa la gamba; è acuminato superiormente e largo inferiormente. La sua estremità inferiore, che ha quasi 20 millimetri di larghezza, giunge alla tibia, su cui si prolunga alquanto. Il legamento intero, col suo prolungamento, ha circa 90 millimetri lunghezza. La gran larghezza della sua estremità inferiore fa si che i suoi fascetti non si contraggono tutti in una volta, ma successivamente, ed è già per ciò che non si rallenta tanto compiutamente, in tutta la sua larghezza, quanto il legamento laterale esterno.

Il legamento laterale esterno (tav. III, fig. 1), che si estende dalla eminenza rugosa del condilo esterno del femore alla piccola testa della fibula, è molto più corto e più stretto, ma assai più grosso e più rotondato, del precedente; essendo steso il ginocchio, esso discende, non in linea retta, come questo, ma obbliquamente, sicchè quando l'articolazione si piega e gira il condilo esterno dall' innanzi all' indietro sulla tibia, il punto superiore di attacco può collocarsi più o meno verticalmente al di sopra dell' inferiore. Questo legamento si rallenta più compiutamente che l'interno, non solo perchè i suoi fascetti si tendono e si allontanano tutti insieme, ma eziandio perchè, nella flessione, i suoi punti di attacco si ravvicinano molto più tra loro che quelli del suo congenere. La fig. 4, tav. III, lo rappresenta in tale stato

di rallentamento. Da ciò deriva che esso permette più libero movimento al condilo esterno, che non l'interno al condilo interno, che permette ad una maggior estensione di quel condilo di girare dall' innanzi all' indietro o dall' indietro all' innanzi nella flessione e nel distendimento, che il condilo interno riesce meno mobile dell' altro e che gli gira alquanto intorno. Da ciò pure avviene che il legamento laterale interno, il quale ha meno bisogno di scorrere sulle parti vicine, aderisce parzialmente tanto alla membrana capsulare, tra la quale ed esso non si potrebbero scorgere limiti precisi, quanto alla cartilagine semilunare interna posta tra le due ossa. Il legamento laterale esterno, obbligato a muoversi molto sulle parti vicine, è distinto dalla membrana capsulare, e separato dal tendine del muscolo popliteo, siccome pure dalla cartilagine semi-lunare esterna, per un prolungamento bursiforme della membrana sinoviale (§ 77), il che facilita il suo scorrimento, e gli procura la forma piana e rotondata che in esso notiamo.

§ 72. *I legamenti incrocicchiati sono parzialmente tesi, tanto nella flessione quanto nello stendimento. In questi due movimenti, essi obbligano i condili del femore a girare sulla superficie della tibia, e quando la estensione o la flessione rimane la stessa, loro impediscono di muoversi su quella superficie.*

Siccome gli ossi della coscia e della gamba sono mantenuti in contatto insieme, al ginocchio nel distendimento, dai due legamenti laterali, nella flessione, dai due legamenti incrocicchiati, così i condili del femore non possono allontanarsi dalla superficie del femore in veruna situazione, nè rimuoversi, sì all' innanzi che all' indietro, senza distendimento o flessione. Allorchè si taglia l' uno o l'altro dei legamenti incrocicchiati, od entrambi, senza toccare i laterali, e si risparmia anche possibilmente la membrana capsulare, contentandosi di fare un'apertura nella sua parte anteriore, per raggiungere i legamenti incrocicchiati, si può giudicare sino a qual punto si trovi così sconcertato il meccanismo dell' articolazione, e poi concludere qual sia la funzione che compiono questi. Tagliati che sieno entrambi, i due condili del femore non sono più mantenuti solidi ed immobili sulla superficie della tibia; si può, se non è stesa l' articolazione, allontanarli dalla loro situazione naturale su questa superficie, e farli avanzare od indietreggiare, senza in pari tempo accrescere o diminuire la flessione. Allorchè è stato tagliato il legamento incrocicchiato anteriore, i condili non possono che rinculare sulla tibia, e quando lo è stato il legamento incrocicchiato anteriore, non possono che essere portati innanzi. Dunque dubitar non potrebbesi che i legamenti incrocicchiati non servono, nella flessione del membro, nella quale non potrebbero fare tal ufficio i laterali, ad impedire che le due ossa si rimuovano l'uno sull'altro senza distendimento simultaneo. Ma i legamenti incrocicchiati, benchè sieno sempre tesi, non impediscono la flessione e lo stendimento della gamba, perchè non si tendono ad un tempo ed in ogni loro parte, come i due legamenti laterali. Così può accadere che, nella flessione e nel distendimento del ginocchio, questi legamenti determinino una totale tensione quasi eguale, al di qua dei limiti assai estesi, perchè l'uno di essi perde tanto in tensione quanto guadagna l'altro. Nella flessione, l'anteriore si trova quasi interamente rilassato, e teso il posteriore. Se allora principia a distendersi l' articolazione, alcuni dei fascetti del legamento incrocicchiato posteriore si rallentano, mentre altri rimangono ancora nello stato di tensione. Ma, secondochè si rilassano i fascetti del legamento posteriore, quelli dell'anteriore cominciano a tendersi, sino a che, giunto a moderato grado lo stendimento, non sia più affatto teso il posteriore e lo sia solo l'anteriore. Ad un grado anche maggiore di stendimento i fascetti posteriori del legamento incrocicchiato posteriore si tendono nuovamente. Tale tensione successiva dei due legamenti incrocicchiati e dei loro fascetti fa sì che, quando si

stende o si piega l'articolazione, i condili del femore sono costretti di girare all'innanzi o all'indietro sulla superficie della tibia, dimodochè sino a quando non sono tagliati i legamenti incrocicchiati, non v' ha mezzo d' impedire questa rotazione. Il legamento incrocicchiato anteriore obbliga i condili a girare all' innanzi nello stendimento, ed il posteriore li forza a rotare all' indietro nella flessione. Allorquando è disteso il membro, i quattro legamenti concorrono ad impedire che s'inoltri lo stendimento, e procurano all' osso il grado di rigidezza e di solidità di cui abbisogna, in quella situazione, per compiere le sue funzioni. All' opposto, la flessione dell' articolazione non è quasi limitata che dalla tensione del legamento incrocicchiato posteriore. Ciò risulta dalla seguente esperienza: tagliammo il solo legamento incrocicchiato anteriore, dopo aver tolta la capsula, e lasciammo l'altro intatto; notammo allora che il trattenimento di flessione non avveniva che sei gradi più tardi; tagliammo poi, sull'altro ginocchio, il legamento incrocicchiato posteriore, senza toccar l' anteriore, ed allora trovammo che più non vi era alcun trattenimento della flessione pel fatto di legamenti, ma che le due ossa potevano agire l' uno sull' altro fino al punto di toccarsi, donde risulta che il legamento incrocicchiato posteriore è il solo che arresti la flessione, e che assai poco può essere in ciò aiutato dal legamento incrocicchiato anteriore.

Come i legamenti laterali nascono nei lati anteriori opposti dei due condili, del pari i due legamenti incrocicchiati (tav. V e VI) hanno origine nei loro lati interni, quelli che corrispondono alla regione poplitea, donde discendono entrambi verso la linea mediana della superficie articolare superiore della tibia; ma non nascono, come i laterali, nell' asse c (tav. IX, fig. 4) della superficie cilindrica che quasi rappresenta una gran parte della superficie sferoide dei condili; l'origine loro risulta eccentrica; essa occupa anche una linea, e non un punto soltanto: l' anteriore nasce lungo una linea pressochè verticale (*ca*, tav. V) nel condilo esterno del femore, ed il posteriore lungo una linea orizzontale (c *p*, tav. VI) nel condilo interno. Dunque quando i condili girano sulla tibia, tutti i punti di queste linee di attacco descrivono cerchi intorno all' asse del cilindro, cosicchè quando uno dei punti terminali della linea di inserzione discende, un altro sale, e quindi mentre un fascetto si rilassa, si stende l' altro.

La tav. V, fig. 1, mostra il legamento incrocicchiato anteriore del ginocchio destro. Fu tolto il condilo interno del femore, dimodochè si scorge il lato interno del condilo esterno, quello che corrisponde alla regione poplitea, e si può riconoscere come il legamento incrocicchiato anteriore *ca* vi si trovi attaccato. Vedesi che, nella situazione dritta, la sua inserzione nel condilo esterno avviene lungo una linea verticale c' a'. Due fila di punti indicano quale sia la situazione del legamento laterale esterno nel lato esterno del ginocchio, e dove stia il suo attacco superiore. Si figuri che la gamba così estesa sia piegata sotto un angolo di 90 gradi, il fascetto che prende origine in a' si volgerà bensì allo indietro, ma quello che proviene da *c* si volgerà altrettanto all'innanzi, e quindi quest'ultimo dovrà tendersi tanto quanto si rallenterà l'altro. La fig. 2 rappresenta il cangiamento di situazione del legamento.

La tav. VI, fig. 1, rappresenta il legamento incrocicchiato posteriore del ginocchio sinistro. Fu tolto il condilo esterno dell'omero, dimodochè si scorge il condilo interno per la sua faccia rivolta verso il garretto, e si riconosce come vi si attacchi il legamento incrocicchiato posteriore *cp*. La linea c' p', in cui esso prende inserzione sul condilo interno, è situata orizzontalmente nel distendimento del ginocchio. Ma quando la gamba si piega sotto un angolo di 90 gradi, il punto c' deve discendere, altrettanto salire il punto p', quindi il fascetto fissato in c', e che era teso

rallentarsi, mentre il fascetto fissato in p', che era lento, si tende a poco a poco, come lo rappresenta la fig. 2.

§ 73. *Attacco dei legamenti incrocicchiati sul piano orizzontale della tibia.*

Il modo onde le estremità inferiori dei legamenti incrocicchiati si attaccano alla superficie orizzontale della tibia sembra avere, sul movimento dell'articolazione nel piano orizzontale, la pronazione e la supinazione, una influenza simile a quella che la maniera con cui le superiori si fissano alle pareti laterali verticali dei due condili del femore esercita sul movimento dell'articolazione nel piano verticale, lo stendimento e la flessione. I punti di attacco dei due legamenti incrocicchiati sulla superficie articolare della tibia corrispondono bensì all'incirca alla linea mediana di tal superficie, l'uno all'innanzi, l'altro all'indietro; ma, guardandovi dappresso, si riconosce che essi tengono una situazione affatto priva di simmetria per rispetto a quella linea. Il legamento incrocicchiato anteriore, che viene dal condilo esterno del femore, discende all'innanzi verso la faccia della tibia, e vi si attacca nella fossetta, posta all'innanzi delle rugosità della spina, tra le due punta di questa, in una linea retta, di cui l'uno dei rami si dirige all'innanzi, e l'altro da destra a sinistra. Da ciò risulta che il legamento è composto di due parti, l'una posteriore, l'altra anteriore. La parte posteriore, la quale si attacca al ramo che va dall'indietro all'innanzi, è stretta inferiormente, e larga nella sua inserzione superiore. La porzione anteriore, che si attacca al ramo trasversale da destra a sinistra, è larga in basso e stretta in alto, ove si trova collocata sull'altra. Quando si piega il ginocchio, queste due parti si avvolgono l'una sull'altra (vedi la tav. V, fig. 2).

Il legamento incrocicchiato posteriore, che viene dal condilo interno del femore, discende all'indietro, per giungere alla faccia della tibia, nel cui margine prende attacco, nella infossatura che si osserva tra i due condili dell'osso. La sua origine si trova, per conseguenza, a 15 o 20 millimetri indietro di quella dell'anteriore, e più di questa ravvicinata alla linea che divide la superficie articolare in due metà laterali. Si possono pure distinguere in questo legamento due parti, di cui la posteriore riesce larga in alto e stretta in basso. La prima si attacca, più all'innanzi che l'altra, al margine arcuato anteriore del seno che separa i due condili del femore; l'altra, più all'indietro, al condilo, e le sue fibre hanno appunto perciò una direzione quasi verticale. È quest'ultimo fascetto che si tende fortemente nello stendimento portato al sommo grado.

§ 74. *Soppressione della pronazione e della supinazione in forza dei legamenti del condilo interno.*

Abbiamo detto (§ 71) che i due condili del femore non si comportano nello stesso modo nei movimenti del ginocchio; che nella flessione e nell'estensione l'esterno gira più che non iscorra, e l'interno scorre più che non giri sulla superficie della tibia; che, nella pronazione e nella supinazione, l'asse verticale di rivoluzione coincide all'incirca col condilo interno, e che quindi il condilo esterno gira intorno a quest'ultimo. La causa della mobilità maggiore del condilo esterno in quest'ultimo caso dipende dall'essere, nella flessione, i legamenti del condilo esterno (il laterale esterno e l'incrocicchiato anteriore) più lassi di quelli del condilo interno (il laterale interno e l'incrocicchiato posteriore). Infatti, la maggiore rigidezza dei legamenti del condilo interno fa sì che l'asse di rotazione per la pronazione e la supinazione si trasporti in quel condilo stesso, mentre il grado di rilassamento dei legamenti del condilo esterno determina il limite sino a cui possono estendersi la pronazione e la supinazione. Abbiamo verificato tale diversità d'uso dei legamenti dei due condili sopra un'articolazione di cui era stata tolta la membrana capsulare, e

lo abbiamo fatto tanto con misure quanto colla comparazione dell'estensione dei suoi movimenti. Infatti dopo la sezione del legamento laterale esterno, si trovava, confrontando la estensione che aveva allora il movimento con quella che aveva prima, che la pronazione era cresciuta di 9 gradi, e la supinazione non aveva incontrato nessun cangiamento. Dopo la sezione del legamento incrocicchiato anteriore, la supinazione era cresciuta di 4 gradi senza che fosse cangiata la pronazione. Vedesi da ciò che il movimento orizzontale del condilo esterno del femore intorno al condilo interno viene arrestato al di dentro dal legamento laterale esterno, al di fuori dal legamento incrocicchiato anteriore, giacchè non cresce se non nell' una o nell'altra direzione, quando si taglia l' uno o l'altro di codesti due legamenti.

§ 75. *Le cartilagini semi-lunari tra le superficie articolari del ginocchio scorrono sulla tibia in un coi condili del femore.*

Tra i condili del femore e della tibia, tutto intorno al sito in cui si toccano le due ossa, sono situati due anelli cartilaginosi, a cui stante la loro forma, dassi il nome di cartilagini semi-lunari, e che sono composte d' un tessuto più legamentoso che cartilaginoso. La tavola V rappresenta l' interno, e la tavola VI l' esterno, che posano a nudo sulla superficie articolare della tibia. Codesti semi-anelli orizzontali rivolgono ingiù, verso la tibia una faccia piana; insù, verso i condili, una faccia concava. Questa si ravvicina alla prima dal di fuori al di dentro, come lo richiede lo spazio compreso fra i condili e la tibia, ed allorchè scomparisce affatto questo spazio, le due facce si riuniscono in angolo tagliente, avente, nella cartilagine esterna, la forma di semi-circolo, nella cartilagine interna quella d' un ovale tagliato in due secondo la sua lunghezza. Le due cartilagini sono libere da ogni aderenza nella gronda che regna tutto intorno al ginocchio. Il margine esterno, che sta parellelo al margine interno tagliente, ha la grossezza di cinque a sei millimetri. Atteso che i condili del femore, siccome abbiam veduto, non rimangono sempre in contatto con gli stessi punti della tibia, e cangiano su di essa di situazione, od entrambi ad un tempo per ruotolamento, nello stendimento e nella flessione, o l' esterno soltanto, per torsione orizzontale intorno all' altro, egli è naturale che colla forma che fu loro testè assegnata le cartilagini semi-lunari sono obbligate di seguire i movimenti dei due condili, e devono quindi potersi rimuovere alquanto sulla superficie quasi piana della tibia. Esse tengono realmente certa mobilità, l'esterna, o quella che appartiene al condilo esterno, in più sensibil grado che l' interna. Codesta cartilagine esterna somiglia ad un C poco aperto; le due sue estremità si attaccano vicinissimo l'una all' altra, all'innanzi ed all' indietro della sommità della spina della tibia, ed il grande loro avvicinamento permette alla cartilagine di molto inoltrarsi all' innanzi. Ma una cosa contribuisce ancora a favorire il suo movimento, ed è che essa non aderisce alla membrana capsulare sul lato esterno dell' articolazione, e che in quel sito un prolungamento della membrana sinoviale su di essa si stende per preservarla da ogni attrito dalle parti situate all' innanzi. Le estremità della cartilagine semi-lunare interna, o di quella che circonda il condilo meno mobile, e che somiglia ad un C largamente aperto, si attaccano in gran distanza tra loro, all' innanzi ed all' indietro della spina della tibia, perlochè non permettono a questo condilo che un movimento assai limitato. Il margine esterno della cartilagine interna (quella che occupa il lato interno del ginocchio) non ha alcun prolungamento della membrana sinoviale che lo ripari dalle collisioni, e fa corpo colla membrana capsulare della articolazione. Dalla cartilagine semi-lunare interna, vicinissimo alla sua estremità posteriore, parte un legamento, che accompagna il legamento incrocicchiato interno fino al condilo interno e che sembra avere rapporti coi moti di quest' ultimo. Un

altro legamento analogo parte qualche volta dalla stessa cartilagine semi-lunare, non lungi dalla sua estremità anteriore, ed accompagna il legamento incrocicchiato anteriore sino al condilo esterno. Ma in generale, manca quest' ultimo legamento. Le due cartilagini sono quasi sempre unite insieme all'innanzi mediante un legamento trasversale.

§ 76. *Le cartilagini semi-lunari servono a chiudere l'articolazione del ginocchio, a ripartirvi convenevolmente la pressione, a tenderla, ed a preservarla dalle scosse violenti.*

Siccome le superficie articolari del ginocchio non si toccano che in pochissimi punti, intorno ai quali rimangono grandi vacui, che il movimento dell' articolazione rimuove continuamente, perchè i condili del femore girano sulla tibia, quali ruote, dall' indietro all' innanzi o dall' innanzi all' indietro, così le parti membranose che avvicinano l' articolazione, per esempio, le porzioni lasse della membrana capsulare, correrebbero gran rischio d'essere pizzicate tra loro, tanto più che l'aria si trova esclusa dalla giuntura, che quindi codeste membrane sarebbero cacciate con gran impeto negli spazii voti esistenti fra le ossa. Le cartilagini semi-lunari ostacolano tale inconveniente: la membrana capsulare, a cui aderiscono, non può mai insinuarsi tra le due superficie articolari, riempiendo esse tutti i vacui, ed essendo suscettibili di venir rimosse dai condili. Allorquando i condili del femore girano dall' indietro all' innanzi o dall' innanzi all' indietro, essi spingono innanzi le cartilagini, ed altrettanto fanno queste rispetto alla membrana capsulare.

L' uffizio delle cartilagini semi-lunari è molto importante pel meccanismo della articolazione del ginocchio. Primieramente, riempiendo i vacui che le superficie articolari lasciano tra i loro punti di contatto, ripartiscono la pressione su più larga superficie, assolutamente come il cercine che il facchino si pone sul capo per servir di sostegno a qualche carico; ma non impediscono per nulla i movimenti degli ossi l' uno sull'altro, perchè la loro elasticità e la loro mobilità fanno che evitono qualunque pressione che non si eserciti che da un solo lato. Secondariamente, servono a rendere la tensione dei legamenti più uniforme nel movimento, perchè cedono quando questi sono tesi, e nel caso opposto si sforzano per allontanare tra loro le ossa in virtù della loro elasticità. In tal modo impediscono di vacillare alle ossa come la molla di pressione con cui si impedisce che una vite si spinga innanzi. Ciò che prova che esse realmente fanno tale uffizio, si è che, quando vengono tolte senza punto toccare d'altronde i legamenti, le due superficie articolari principiano ad aprirsi ed a vacillare in certe situazioni del ginocchio. Finalmente le piccole vibrazioni che le ossa lunghe della coscia e della gamba trasmettono al ginocchio, e che devono specialmente esser violenti nel camminare e nella corsa, non mancherebbero di esercitare una influenza nociva sull'articolazione; le cartilagini semi-lunari servono anche a sopprimerle, ed a paralizzare i pericolosi effetti cui potrebbero produrre.

§ 77. *Si rende evidente la conformazione particolare della membrana sinoviale dell'articolazione del ginocchio, injettando un liquido suscettibile di solidificarsi.*

Siffatta struttura del ginocchio, differente da quella delle altre articolazioni, porta pure un altro modo di configurazione della membrana sinoviale. La membrana sinoviale tappezza non solo le superficie articolari delle due ossa e la rotella posta al dinanzi, ma anche le due facce delle cartilagini semi-lunari, e manda da ogni lato prolungamenti borsiformi, i quali, penetrando fra le parti vicine, impediscono, come farebbero delle vere borse mucose, allontanando la loro vicendevole collisione. Per acquistare esatta nozione delle ripiegature e dei numerosi prolungamenti di cotesta membrana, che sta chiusa da ogni parte, praticammo nel mezzo della rotella un foro,

per il quale la riempimmo di un liquido suscettibile di solidificarsi. La tavola VII rappresenta un ginocchio così injettato.

Lo spazio circoscritto del gran sacco sinoviale del ginocchio si trova assai ristretto dalle numerose piegature che forma la membrana, e mediante le quali essa riveste le ossa e le cartilagini, che le vanno debitrici dell'offrire sui loro lati contigui una superficie liscia e continuamente lubricata. Trovansi nella parte superiore e nella parte inferiore del sacco due di codeste ripiegature, che rivestono la estremità inferiore del femore e l'estremita superiore della tibia; sui lati, altre due, che avvolgono le due cartilagini semi-lunari; al dinanzi, una quinta, che tappezza la faccia posteriore della rotella; all'indietro, una sesta, che penetra nel garretto e riveste i due legamenti incrocicchiati. La ripiegatura inferiore e l'anteriore sono assai piane; la superiore, all' opposto, è molto profonda; le due laterali sono orizzontali, la posteriore è verticale.

Oltre quelle sei ripiegature che rivestono le ossa e le cartilagini contigue, il sacco sinoviale del ginocchio offre molti prolungamenti borsiformi, di capacità diversa, che penetrano fra i vicini organi, per garentirli dalle collisioni che potrebbero portarsi reciprocamente o soffrire dalle parti dure. L'uno di questi prolungamenti, *a*, che ascende sul dinanzi dell'articolazione, è molto considerabile, e situato fra il femore ed il tendine comune dei muscoli estensori della gamba; esso minora le collisioni di questo tendine sull'osso. Un secondo, *b*, occupa il lato esterno dell'articolazione, all' indietro, discende fra l' articolazione ed il tendine del muscolo popliteo, e facilita i movimenti tanto di questo tendine quanto della cartilagine semi lunare esterna, di cui tappezza il margine esterno. Spesso, per esempio, come nel caso di cui diamo la figura, il sacco sinoviale della testa della fibula comunica con tale appendice del gran sacco sinoviale del ginocchio, di cui si può allora considerarlo come il prolungamento. Finalmente una terza appendice, *c*, più piccola, si trova egualmente nel lato esterno dell'articolazione (fig. 3), passa fra il tendine del muscolo popliteo ed il legamento laterale esterno, e permette il movimento di queste due parti l'una sull' altra. I due ultimi prolungamenti borsiformi circondano il tendine del muscolo popliteo, addossandosi immediatamente l'uno all'altro, dimodochè questo tendine mostra di perforarli, come quello del bicipite brachiale penetra il sacco articolare nella spalla, e d'essere circondato da un canale di codesto sacco, il che però non avviene. Oltre le grandi appendici da noi testè descritte, il sacco dell'articolazione del ginocchio ne possiede ancora molte altre, più piccole, rivolte od al di fuori, od al di dentro, di cui alcune sono piene di adipe, e le quali non servono che ad ingrandire la superficie della porzione libera del sacco, onde metterla più in istato di separare la sinovia necessaria.

La sinovia viene effettivamente separata, non dalla porzione liscia della membrana sinoviale che aderisce alle superficie articolari, ma dalla porzione libera di quella membrana; giacchè la prima di codeste due porzioni è quasi interamente priva di vasi, e le cartilagini semi-lunari, siccome anche il rivestimento cartilaginoso delle ossa, a cui essa si attiene intimamente, ne vanno pur senza. L'altra, allo opposto, quella che tappezza le parti vicine, la capsula membranosa, i tendini ed i legamenti, o che non fa che applicarsi alle ossa, senza aderirvi, ha tutte le qualità della membrana secretoria. Non solo vi si osserva uno strettissimo reticolo vascolare, ma altresì essa riceve ramificazioni del nervo crurale, cui seguimmo fino alla capsula, ed anche vedemmo andar più oltre. Codesto reticolo vascolare dev'essere considerato come un vero organo di secrezione. Onde procacciargli una sufficiente estensione, fece natura come nelle glandole; ingrandì la superficie separante con pieghe e prolungamenti, di cui gli uni spergono nello interno del sacco medesimo, mentre

gli altri si manifestano all'esterno. Tali sono le grandi pieghe interne, i legamenti mucosi, i legamenti alari e le borse adipose, le quali, tuttochè non sieno glandole, come a torto pretendeva Havers, pure ricevono molti vasi, ed ingrandiscono la superficie separante. Tale ufficio viene specialmente compito da innumerevoli pieghette velliformi, tenuissime ed appena percettibili, che danno aspetto vellutato alla porzione libera della membrana sinoviale. Conviene altresì qui collocare i prolungamenti borsiformi rivolti al di fuori, di cui distinguono molti nel circuito dell'articolazione, ed i quali rappresenta la tavola pieni d'injezione. Molti di essi hanno grande capacità; altri sono piccoli, e sporgono, come follicoli, tra le fibre della membrana capsulare, per esempio al di sotto della cartilagine semi-lunare, od anche al dinanzi, sulla tibia; alcuni attraversano eziandio le fibre della cartilagine semi-lunare, per giungere all'esterno.

Quando si apre la membrana sinoviale, trovasi piccole fessure ed aperture puntiformi nei siti in cui la sua porzione aderente continua colla sua libera porzione. Se si empie compiutamente il sacco di un liquido suscettibile di coagularsi; esso penetra, attraverso quelle fessure e quelle aperture, in borsette, molto simili ai follicoli, che sporgono esteriormente, tra le fibre tendinose. La figura 1 rappresenta, in *d*, follicoli di tal genere, che furono riseccati e resi visibili.

§ 78. *La membrana capsulare del ginocchio, con i suoi fascicoli fibrosi, protegge l'articolazione senza impedirne i movimenti.*

L'articolazione del ginocchio è chiusa da ogni lato da una capsula fibrosa al lato interno della quale aderisce intimamente la porzione libera della membrana sinoviale. Oltre la protezione che da questa capsula alla stessa articolazione ed alla delicata membrana sinoviale di cui copre la superficie, essa serve altresì all'attacco dei tendini di parecchi muscoli. Rafforzata dalle fibre di codesti tendini, essa possede gran solidità nei siti in cui le riceve. Su molti punti del suo margine superiore e del suo margine inferiore, le sue fibre si riuniscono in fascicoli, mediante i quali sta essa unita alle ossa. Però questi fascicoli fibrosi o legamenti della capsula non impediscono per nulla i movimenti degli ossi l'uno sull'altro, e non servono che a prevenire, mentre si effettuano, il piegamento della membrana capsulare. Devesi, a quanto pare, come tale considerare il legamento laterale esterno corto, il quale, almeno nei casi da noi presi in esame, non si recava, quando d'altronde esisteva, che dalla testa della fibula alla capsula, e non giungeva allo stesso condilo esterno. È pur tale il legamento popliteo: sulla fossa poplitea, situata all'indietro, tra i due condili, passano due fascicoli fibrosi, i quali, nello stendimento del ginocchio, quando è tesa la parte posteriore della membrana capsulare, procedono obbliquamente dall'alto al basso e dal di fuori al di dentro. Codesti fascicoli tra le cui fibre esistono molto adipe e vasi, si estendono quasi tutti, non dal condilo esterno del femore alla tibia, ma soltanto da una parte della capsula all'altra: solo pochissimi s'inseriscono inferiormente nella tibia. A tali fascicoli si attengono i tendini del muscolo gemello esterno e del semi-membranoso, i quali, entrambi, si attaccano all'indietro alla capsula. Perlochè, quando piegasi il ginocchio, ravvicinando quanto mai tra loro le ossa, la parte posteriore della membrana capsulare si rallenta e molto si piega; ma allorchè si piega il ginocchio tendendo i muscoli gemelli e semi-membranosi, l'estremità superiore ed esterna del legamento popliteo vien tratta ingiù dal gemello esterno, e la sua estremità inferiore interna lo è insù dal semi-membranoso, cosicchè i fascicoli di codesto legamento si trovano allora passare obbliquamente dal di dentro al di fuori e dall'alto al basso sulla regione poplitea, e la capsula comporta egualmente una tensione. Il legamento popliteo sembra dunque aver per uso di tendere la capsula quando l'articolazione vien

piegata dai muscoli, di tenerla a luogo, e d' impedire così che sia pizzicata. Esso sembra avere poca influenza sui movimenti dell' articolazione stessa, il che pur avviene per le altre parti della capsula. Rapporti analoghi a quelli che si osservano tra il legamento popliteo da una parte, il muscolo gemello esterno ed il semimembranoso dall' altra, esistono fra il muscolo popliteo ed un legamento che fissa la capsula alla testa della fibula ed incrocicchia quest' ultimo muscolo. Lo si vede tagliato, in *g*, sulla tav. III. La parte inferiore di codesto legamento *g* può altresì avere un ufficio particolare quello di fare, nella flessione, in cui il legamento laterale esterno è rallentato, che il condilo esterno si applichi alla tibia mentre agisce il muscolo popliteo.

§ 79. *Risultati delle nostre ricerche sull' articolazione del ginocchio.*

I risultati più importanti delle nostre ricerche sull' artioolaziono del ginocchio ponno essere riepilogati nelle proposizioni seguenti:

1.° Il ginocchio non potrebbe essere collocato fra le articolazioni a cerniera, perchè non ha asse fisso di movimento.

2.° I condili girano, come una ruota, sulla superfioie quasi orizzontale della tibia, dall' indietro all' innanzi, nello stendimento, dall' innanzi all' indietro nella flessione.

3.° I condili del femore possono anche girare, sulla superficie quasi orizzontale della tibia, intorno ad un asse verticale, vale a dire come le ruote di davanti d' una vettura che giri lateralmente, il che rende possibile la pronazione e la supinaziono della gamba, la cui estensione risulta di circa trentanove gradi.

4.° Esiste nel ginocchio una particolare disposizione, la quale fa sì che, quando arriva a sommo grado lo stendimento, la gamba si trova convertita in un sostegno compiutamente rigido, non suscettibile di pronazione e di supinazione. In ciò consiste tale disposizione che i due legamenti, i quali, nella flessione, sono allentatissimi ed allora non impediscono nè la pronazione nò la supinazione, si tendono nel distendimento, cosa necessaria perchè solo quando pieghiamo le ginocchia possiamo utilmente usare la torsione della gamba intorno al suo asse longitudinale, e perchè poco sarebbe sicuro il nostro passo se la gamba potesse volgersi così sopra sè stessa quando serve di appoggio, vale a dire nello stendimento.

5.° La disposizione particolare del ginocchio por oui i legamenti dell' articolazione cangiano di tensione in tanto sensibile grado, dipende principalmente dalla curvatura spiroide dei condili, il cui centro (al quale sono attaccati i legamenti) ascende nella rotazione dall' indietro all' innanzi, e discende in quella dall' innanzi all' indietro.

6.° Il condilo esterno del femore risulta più mobile che l' interno: nella pronazione e nella supinazione, gira alquanto intorno a quest' ultimo, il quale in pari tempo gira sopra sè stesso.

7.° Esiste una particolare disposizione dei legamenti articolari che forza il condilo interno a girare sopra sè medesimo, e l' esterno a girare alquanto intorno all' interno; nella flessione del ginocchio, il legamento laterale interno non si rallenta tanto quanto l' esterno, ed il legamento incrocicchiato posteriore si tende, mentre si rallenta l' anteriore: i due legamenti del condilo interno (il laterale interno e l' incrocicchiato posteriore) sono dunque tesi nella situazione piegata della gamba, e ritengono questo condilo, mentre quelli dell' esterno (il laterale esterno e l' incrocicchiato anteriore) sono rilassati, e permettono a questo condilo di girare intorno all' altro sino a che l' uno di essi sia teso per l' effetto di tale torsione.

8.° La pronazione e la supinazione della gamba spiegano la mancanza di simmetria della forma dei condili, l' ineguaglianza di larghezza dei legamenti laterali,

la differenza di mobilità delle cartilagini semi-lunari (di cui l' esterna non aderisce al legamento laterale esterno, tra il quale ed essa passa un prolungamento del sacco sinoviale , che la garantisce da ogni collisione) , finalmente la diversità di forma di queste cartilagini.

9.° Le cartilagini semi-lunari servono ad impedire alle parti molli vicine di entrare nell' articolazione, e suppliscono alla lassezza dell' unione delle ossa.

10° Il sacco sinoviale del ginocchio forma un grandissimo numero di pieghe e prolungamenti, di cui gli uni s' insinuano tra le parti vicine, per impedire la collisione, mentre gli altri ingrandiscono la superficie incaricata di separare la sinovia , ed i quali tutti possono essere fatti visibili injettando nell' articolazione una sostanza suscettibile di coagularsi.

CAPITOLO V.

DELL' ARTICOLAZIONE DEL PIEDE.

§ 80, *L' astragalo forma due articolazioni tra la gamba ed il piede, come lo atlante fra la testa ed il collo.*

La congiunzione del piede colla gamba differisce da quella della gamba colla coscia e della coscia col tronco, in quanto è formata di due articolazioni, molto bensì tra loro ravvicinate, ma però distinte. L' astragalo produce queste due articolazioni, l' una in alto colla gamba , l' altra abbasso col piede. Da ciò risulta che , in un caso, la gamba si muove sull' astragalo, mentre sta questo fissato al restante del piede, e non forma che un tutto con esso, mentre, nell' altro caso, l' astragalo si trova fissato alla gamba, con cui fa corpo, ed insieme colla quale si muove sul rimanente del piede. Avviene il primo caso quando il piede si distende o si piega sulla gamba; tale movimento si eseguisce in un piano verticale, dall' indietro all' innanzi, l' asse intorno al quale si effettua essendo situato orizzontalmente da un lato all' altro. Il secondo caso succede quando si porta il piede nell' adduzione o nell' abduzione: tale movimento si compie del pari in un piano verticale, ma da un lato all' altro , ed il suo asse è orizzontale , ma forma quasi un angolo retto col primo , vale a dire che si dirige dallo indietro all' innanzi (ed alquanto dal di dentro al di fuori). Oltre codesti due movimenti, l' articolazione del piede può anche eseguirne un terzo , la torsione orizzontale , o rotazione del piede , di cui l' asse è verticale e paralello alla lunghezza della tibia. Questo terzo movimento non appartiene esclusivamente a nessuna delle due articolazioni , ed è ad entrambe comune.

Misurammo l' estensione dei tre moti dell' articolazione del piede, sul cadavere dopo aver tolti i muscoli, ed a tal effetto , usammo , come per l' anca ed il ginocchio, una bussola ed un cerchio munito d' un filo a piombo. Giusta le misure prese su due cadaveri, avemmo, termine medio, per l' estensione della flessione 78 , 2 gradi, per quella dell' adduzione 42, per quella della rotazione 20, 5, donde risulta che il primo dei tre movimenti , quello di flessione e di stendimento , che avviene tra la gamba e l' astragalo, è di gran lunga il più considerabile.

Comparando le due situazioni del piede nella maggior flessione e nel maggiore stendimento , con quella che tal porzione del membro occupa quando la gamba è verticale ed i due piedi sono paralleli all' orizzonte , trovasi che questa ultima situazione fa angoli quasi eguali colle altre due , dimodochè la gamba può lasciando la sua situazione normale portarsi nella stessa quantità nel verso dello stendimento ed in quello della flessione. Ma, rispetto agli altri due moti, la situazione nor-

male dei piedi, vale a dire la loro orizzontalità, è una delle due situazioni estreme stesse; dimodochè può bensì il piede, abbandonando quella situazione (essendo la gamba dritta ed i due piedi tra loro paralleli), portarsi nell' adduzione, ma non può portarsi nell' abduzione, e gli è possibile il volgersi al di fuori, ma impossibili il volgersi al di dentro.

Il primo di codesti moti (stendimento o flessione), assai più considerabile degli altri, avviene mediante l' articolazione tra la gamba e l'astragalo. Nella tav. XI, fig. 1, si vede quest' articolazione dall' innanzi all' indietro, segata parallelamente all' asse di torsione, vale a dire al piano in cui si piega e si stende. Le due sue superficie articolari (fra l' astragalo e la tibia) rappresentano, su codesto taglio, segmenti di circolo, il cui centro comune sta in c, e che quindi sono rotondi. La fig. 2 rappresenta la stessa articolazione segata trasversalmente da un lato all' altro, nel verso del suo asse, vale a dire attraverso i due malleoli, e quindi ad angolo retto per rispetto al taglio precedente. I due malleoli, di cui l' interno *mi* è formato dalla tibia, e l' esterno *me* dalla fibula, discendono molto sui lati dell'astragalo, abbracciando la sua carrucola come farebbe una forca, ed impediscono così che quest' osso (e con esso il restante del piede) possa eseguire alcun moto di adduzione o di abduzione sulla gamba. Le superficie articolari non sono rotonde in tal verso, donde avviene che l' articolazione superiore del piede risulta una cerniera, non può cioè girare che intorno ad un solo asse. Le superficie della cerniera sono, come nel cubito, mantenute da legamenti laterali; ma questi legamenti non sono qui, come nel cubito, egualmente tesi in ogni situazione, perlochè permettono di scorrere l' una sull' altra alle superficie articolari. Dimostreremo quanto prima che tale mobilità riesce maggiore nel lato interno che nel lato esterno, dimodochè il malleolo interno può girare alquanto intorno all' esterno, come attorno ad un asse verticale. È tale anche la disposizione delle ossa che favorisce siffatta torsione permessa dai legamenti. La torsione orizzontale del piede non è dunque contro natura qui, e la lassezza dei legamenti, necessaria perchè si effettui, non è altrimenti accidentale. Infatti, i malleoli non sono simmetrici; l' interno, più mobile dell' altro, non discende tanto giù sul lato dell' astragalo, e tocca questo per più piccola superficie che il malleolo esterno. Le superficie per le quali si corrispondono il malleolo interno e l' astragalo sono cilindriche, dimodochè il loro asse si trova situato verticalmente e al di fuori, e passa a un di presso pel malleolo esterno, intorno al quale gira l' interno. L' articolazione del piede si comporta dunque inversamente da quella del ginocchio: qui, siccome vedemmo, il condilo interno è fisso, e gli gira intorno l' esterno; nell' articolazione del piede, all' opposto, sta fermo il malleolo esterno, e gli gira intorno l' interno.

Il secondo moto (adduzione ed abduzione) del piede vien prodotto dall' articolazione tra questo ultimo e l' astragalo. Quest' articolazione offre una particolare disposizione, mediante la quale l' adduzione e l' abduzione possono essere non solo limitate, ma anche rese talvolta impossibili. Oltre le facce rotondate, per le quali l' astragalo ed il piede si scorrono l'uno sull' altro nell' adduzione e nell' abduzione, girano essi altresì l'una verso l'altra due facce, le quali, toccandosi, impediscono codesto moto. Infatti, nell' adduzione e nell' abduzione, il segmento di sfera dell' apofisi anteriore o testa dell' astragalo si muove in una specie di cavità cotiloide formata dall' osso scafoide (*N*), dall' apofisi anteriore del calcagno e dalla carrucola tendinosa del muscolo tibiale posteriore. Il centro di cotesta superficie sferica è situato nel sito donde parte la apofisi dell'astragalo. Ma l' astragalo tocca anche il rimanente del piede per una superficie cilindrica, il cui asse non passa per quel centro. Infatti, il suo corpo po-

sa, per una superficie concava, sopra una superficie convessa del calcagno (tav. XI, fig. 1); e perchè queste due superficie potessero scorrere l'una sull'altra, vi doveva esser possibilità d'un moto intorno ad un asse orizzontale attraversante il calcagno da un lato all'altro, moto, per conseguenza, tutt'altro che l'adduzione e l'abduzione. Le due paia di superficie, l'anteriore ed il posteriore, per le quali l'astragalo entra in contatto col rimanente del piede, non possono dunque scorrere simultaneamente l'una sull'altra: perchè scorra l'anteriore (nell'adduzione), fa d'uopo che si allontani il posteriore; ma quando è questo compresso dal peso del corpo, il rimovimento delle due superficie anteriori diviene impossibile, il piede non può eseguire nè l'adduzione nè l'abduzione, e sta ferma la gamba: avviene tal caso quando il peso del corpo si regge totalmente od in gran parte sul suolo, col tallone. Finalmente, il piede può anche volgersi sull'astragalo, e per esso sulla gamba, in un piano orizzontale. Tal moto orizzontale del piede sull'astragalo è certo picciolissimo, come quello dell'astragalo sulla gamba; ma entrambi si riuniscono nella rotazione del piede sulla gamba, e fanno che questo terzo moto del piede arrivar possa all'estensione da noi indicata precedentemente.

§ 81. *Legamenti delle due articolazioni del piede.*

Fra i due punti per i quali si toccano l'astragalo ed il calcagno, esiste un canale osseo, formato da queste due ossa, chiamato *seno del tarso* (*sinus tarsi*), ed il quale, ristringendosi dal di fuori al di dentro, penetra trasversalmente il piede. Se ne vede il taglio nella tav, XI, fig. 1. Siffatto canale osseo racchiude un apparecchio legamentoso che unisce insieme le due ossa, ed i cui fasci, più lunghi nel lato esterno e più largo del seno, sono estremamente corti nel suo lato interno. Da quest'ultimo lato, le due ossa sono sempre solidamente ritenute, eziandio nell'adduzione e nell'abduzione, che se ne troverebbero impedite, se l'asse, intorno al quale si effettuano, non coincidesse coi fasci più corti dello apparecchio legamentoso. La massa legamentosa ha molta importanza anche sotto un altro rapporto, rispetto all'articolazione inferiore del piede. Non minore ne hanno i legamenti laterali riguardo alla superiore. Essi ritengono questa articolazione, mediante la quale si effettuano la flessione e lo stendimento fra l'astragalo e la gamba. Ma siccome non istanno fissi sull'asse medesimo del movimento, ed uno d'essi se ne avvicina più che l'altro, essi non possono conservare lo stesso grado di tensione nella flessione e nel distendimento, durante i quali entrambi devono ora rallentarsi ora tendersi, quale più, quale meno. Nel malleolo esterno, che discende sino all'asse, il legamento laterale esterno s'inserisce più vicino al detto asse, perlocchè tiene sempre l'astragalo fortemente applicato contro il malleolo. Nel malleolo interno, che è molto corto, il legamento laterale interno molto si allontana dall'asse, dimodochè si rallenta nella semi-flessione, e permette allora al malleolo di girare alquanto intorno al malleolo esterno, che risulta meno mobile. Il legamento laterale esterno, le cui fibre molto si allontanano l'una dall'altra, è diviso in tre parti. Due di questi fasci si recano all'astragalo, in direzione orizzontale, ma in verso opposto, cioè: il legamento peroneo-astragalico anteriore al suo lato anteriore, ed il legamento peroneo-astragalico posteriore al suo lato posteriore. Il terzo fascio, legamento peroneo-calcanico, discende assai obbliquamente all'indietro per raggiungere il calcagno, passando sull'astragalo. Il legamento laterale interno, chiamato pure deltoideo, si reca bensì in parte all'astragalo ed in parte al calcagno; ma le sue fibre non divergono quanto quelle del legamento laterale esterno; neppur è diviso in tre fasci, e non forma che una sola massa. Ecco perchè pure l'astragalo ha più mobilità dal lato del malleolo interno che non dal lato dell'esterno.

Allorchè l'articolazione si distende, i fascicoli anteriori che vanno all'astragalo, e

quando si piega, i fascicoli posteriori che recansi al medesimo osso, si tendono, ed allora impediscono non solo che sia portata più oltre la estensione o la flessione, ma eziandio che, nelle due situazioni, succeda la rotazione. Il legamento peroneo-calcanico e la porzione del legamento deltoideo che riesce al calcagno sono rilassati nello stendimento dell'articolazione, ma si tendono sempre più secondo che cresce la flessione, ed applicano allora fortemente l'una contra l'altra le superficie posteriori di contatto fra l'astragalo ed il calcagno. Da ciò proviene che l'adduzione e l'abduzione sono più estese nello stendimento, mentre nella flessione, diminuiscono in estensione, e finiscono collo svanire affatto.

§. 82. *Membrana sinoviale delle articolazioni del piede.*

Le superficie incrostate di cartilagine delle due articolazioni del piede sono tappezzate, come quelle dell'anca e del ginocchio, da membrane sinoviali lisce, che si ripiegano l'una sull'altra, e formano sacchi chiusi da ogni parte. Nei siti in cui aderiscono alle superficie articolari, sono quasi affatto sprovviste di vasi, mentre in quelli ove sono libere offrono uno stretto reticolo vascolare, che secerne la sinovia. Tra la gamba e l'astragalo non v'ha che uno solo di codesti sacchi; ma fra l'astragalo ed il rimanente del piede se ne trovano due, compiutamente tra loro separati dall'apparecchio legamentoso. La libera porzione, che passa da una superficie articolare all'altra, è fornita, sui punti in cui non la coprono i legamenti, ove non le passa sopra nessuna guaina tendinosa, di fibre debolissime, che non possono contribuire a consolidarne l'articolazione ed a limitarne i movimenti.

§. 83. *Composizione del piede, e mobilità delle sue parti.*

Gli ossi del tarso e del metatarso formano insieme, sul suolo che coprono, una volta composta di due archi ossei, situati l'uno accanto all'altro, e che partono dal calcagno. Il più piccolo di questi archi ossei, che si estende dal calcagno al tubercolo del quinto osso metatarsico, e che occupa il margine esterno del piede, è non solo più corto, ma anche più stiacciato; esso risulta dal calcagno, dal cuboide e dai due ultimi metatarsici, li quali entrambi si appoggiano sulle loro estremità anteriori e posteriori. Questo arco osseo, quando sopra di esso si regge il peso del corpo, è mantenuto in situazione da due legamenti tesi dall'indietro all'innanzi, nella pianta del piede, il legamento calcaneo-cuboideo, che è fortissimo, ed il legamento calcaneo-metatarsico. Quest'ultimo legamento, che si estende dalla tuberosità del calcagno al tubercolo del quinto osso del metatarso, e che contribuisce essenzialmente ad impedire che le ossa unite del piede sieno disgiunte dalla pressione che su di esse esercita il peso del corpo, fu descritto da altri notomisti come facendo parte dell'aponeurosi plantare, perchè, come questa, serve all'attacco dei muscoli della pianta del piede; ma l'importanza delle sue funzioni deve farlo considerare come un legamento a parte, tanto più, che unisce insieme due ossa collocate vicinissime tra di loro. L'altro arco osseo, che si estende dal calcagno fino alle teste dei primi ossi del metatarso, è molto più lungo e più elevato. Lo si vede nella tav. XI., fig. 1 È formato all'indietro, dal calcagno, all'innanzi dallo scafoide, dai tre cuneiformi e dai tre primi metatarsici, ed in alto dall'astragalo, il quale, incastrato fra il calcagno ed il cuboide, impedisce a queste due ossa di avvicinarsi tra di loro, e tende così l'arco osseo, di modo che, quando pure si regge su di questo il corpo, l'estremità anteriore degli ossi metatarsici non giunge a toccare il suolo. Questo arco è parimente mantenuto in situazione dai legamenti della pianta del piede.

Le ossa che costituiscono il piede, tranne l'astragalo, non si toccano tutti (facendo astrazione dalla dita), che per superficie quasi piane, cui mantengono legamenti molto tesi e solidi, posti quali al di sopra e al di sotto, quali fra di esse. La poca mobilità che quindi possedono, può bensì accrescere alquanto i movimenti delle arti-

colazioni del piede, ma però non entra che per picciolissima parte nella somma totale del movimento. Tale disposizione sembra piuttosto avere due fini. Primieramente il piede diviene con ciò atto a modellarsi sul suolo, dimodochè vi tocca sempre per tanti punti da offrire una base di sicuro sostentamento al corpo. Secondariamente, codesta parte più solida del piede serve, quando ci solleviamo sulle dita, ad allungare la gamba che fa ufficio di sostegno, e, per l'elasticità che le procurano i segmenti onde si compone, può neutralizzare le scosse a cui si trova immediatamente esposto il rimanente del corpo,e tanto più ch'esso le riceve la maggior parte in direzione trasversale. Se il piede non fosse composto, come la coscia e la gamba, che d'un osso solo, o di parecchie ossa di lunghezza pari alla sua, sarebbe molto esposto a fratturarsi. Per altro, gli ossi metatarsici a cui si articolano il quarto ed il quinto dito del piede sono più mobili degli altri.

§ 84. *Disposizione delle articolazioni delle dita del piede,specialmente in quanto concerne gli ossi sesamoidi.*

Le dita del piede sono così mobili sugli ossi metatarsici, lo sono talmente l'una sull'altra le stesse loro parti, ed hanno si poca forza i legamenti che le ritengono, che, eziandio col sussidio dei muscoli,non sarebbero in istato di reggere il peso del corpo. Quindi è che non possono servire ad allungare la gamba sopportando il corpo, almeno per quanto deve essa sostenere la totalità o la massima parte di quest'ultimo. Inesattamente dunque diciamo di stare o di camminare sulla punta del piede,essendo soltanto sulle estremità anteriori degli ossi del metatarso che avvengono allora la stazione ed il camminare.Per altro, le dita del piede sono della massima importanza per la stazione, ma specialmente per il camminare e la corsa, perchè senza di esse non potremmo stare in equilibrio sulla estremità anteriore del metatarso, e saremmo allora come su trampoli, che non permettono di conservar l' equilibrio se non mediante un vacillamento continuo, o, quando si cammina, facendo passi incrocicchiati o trasversali.Abbiamo mostrato,nel § 46,quando sia necessario,per poter rimuovere orizzontalmente il centro di gravità del corpo, e quindi restare in equilibrio, che una parte della gamba servente di appoggio non solo tocchi il suolo, ma anche vi resti ferma, affinchè possano i muscoli, partendo da quel punto, volgere e muovere il rimanente del corpo in differenti versi,senza che esso prenda parte al movimento.Tale ufficio vien compito dal piede quando posa sul suolo per tutta la lunghezza,come nella stazione dritta. Ma quando ci solleviamo sulla estremità anteriore del metatarso, spetta esso alle dita. Perciò, le dita del piede sono mobilissime l'uno sull'altro, e composte di numerose parti egualmente mobili, il che loro permette di modellarsi esattamente sul suolo, e così di accrescere l'attrito contro di esso. Esse pure hanno grande mobilità sul rimanente del piede, cosicchè, quando posano a terra, tutto il restante della gamba può descrivere grandi archi, senza che esse medesime abbiano bisogno di cangiare la loro situazione. Il principale punto d' appoggio del piede, quando si sta sollevato sulle estremità anteriori delle dita, occupa il suo lato interno, il che già prova la maggior forza che le sue ossa ed i suoi muscoli possedono da quel lato. Troviamo quivi pure un apparecchio particolare, che concorre allo scopo. Infatti il primo osso del metatarso non posa immediatamente sul suolo: ha una base in parte cartilaginosa, in parte ossea, che è formata da due ossicini, i sesamoidi. Vedesi rappresentato codesto apparecchio nella tav. IV, fig. 2. Fu tolto l'osso metatarsico del dito grosso, cosicchè si vedono i due ossi sesamoidi,s,s, toccanti il suolo. Una forte massa legamentosa gli unisce al dito del piede, con cui formano una cavità, nella quale la testa dell'osso metatarsico s'incastra, e può volgersi, senza che vi prendano parte le pareti di tale cavità. Dunque, quando l'osso metatarsico si volge nella sua cavità, e si spiega all'innanzi, come, per esempio, quando uno si alza sulla

punta del piede, gli ossi sesamoidi rimangono applicati al suolo, contro il quale il peso del corpo li ritiene per pressione ed attrito. In conseguenza, essi formano una base immobile, rispetto alla quale il piede, e con esso l'intero corpo, può portarsi in versi differenti. Per esempio, nel lato inferiore dell'articolazione, il tendine del muscolo flessore del pollice del piede passa fra i due sesamoidi, come sopra una carrucola, per giungere al dito del piede. Quando agisce questo muscolo, il dito del piede gravita sul suolo: il corpo si trova allora sostenuto e portato da due punti, cioè dai due ossi sesamoidi e dal grosso dito del piede. Il muscolo si contrae ancora con più forza, la gamba, e con essa l'intero corpo, si porta all'indietro, senza che si rimuovano i due punti. La stessa cosa avviene per gli altri muscoli che si recano alle dita del piede od agli ossi sesamoidi.

CAPITOLO VI.

DEI MUSCOLI DEGLI ORGANI LOCOMOTORI.

§ 85. *Comparazione tra i pesi dei muscoli che distendono e piegano la gamba.* Il peso dei muscoli non è certo un'esatta misura della loro forza, imperocchè l'energia della contrazione vivente dipende anche da circostanze chimiche ed organiche, a cui fa d'uopo ricorrere, per esempio, quando vuolsi spiegare il perchè l' esercizio accresca più che la loro massa la forza loro. Per altro, è codesto peso, di tutte le loro qualità accessibili ai nostri sensi ed ai nostri mezzi di misura, quella che meglio ci lascia arrivare all' estimazione approssimativa ed alla comparazione della forza di cui sono essi dotati. Era dunque interessante il pesare tutti i muscoli della gamba. Scegliemmo per ciò due cadaveri d'uomini ben conformati e robusti. Il risultato fu che i rapporti di peso tra molti muscoli variano molto. Tuttavia, se si dividono questi organi in parecchie classi, e si comparino insieme i pesi delle diverse categorie, svaniscono in gran parte le differenze, e se ne possono ricavare conclusioni interessanti. La seguente tavola presenta i pesi medii dei muscoli, quali li trovammo nei due cadaveri; fra due parentesi si trova indicata la differenza che esiste fra il peso reale di ciascun muscolo e quel peso medio. Classificammo i muscoli, e comparammo insieme i pesi delle classi. In tale classificazione, ci siamo attaccati specialmente alla differenza dei muscoli estensori e flessori, ed alla unione fra gli uni e gli altri muscoli che servono ai due usi. Il peso dei muscoli che non servono al distendimento ed alla flessione è poca cosa in comparazione del peso di quelli che producono questi moti e che servono nel camminare e nella corsa. È specialmente considerabile il peso totale degli estensori. Trasandammo i muscoli lombricali ed interossei, che non hanno interesse particolare, ed il cui peso è nulla rispetto a quello degli altri muscoli della gamba.

Otturatore esterno . . .	56,7 (∓ 9,7)	198,4 rotatori della coscia.
Otturatore interno e gemello.	68,7 (∓ 13,2)	
Piriforme	43,5 (∓ 5,5)	
Quadrato	29,5 (∓ 0,5)	
Sartorio	125,7 (∓ 18,2)	
Gracile.	82,2 (∓ 15,2)	

Adduttori (1)	655,5 (± 62,5)		1291,2 est. del ginoc.
Vasti e crurale	1092,0 (± 55,0)	1092,0	
Retto	199,2 (± 26,2)	199,2	
Psoas	181,7 (± 26,2)		692,6 flessori della coscia.
Iliaco	195,5 (± 44,5)		
Pettineo	49,0 (± 4,5)	493,4	
Fascia-lata	67,2 (± 9,7)		
Gran gluteo	556,0 (± 2,5)		
Medio gluteo	227,7 (± 36,2)	936,2	
Piccolo gluteo	102,5 (± 15,5)		1401,0 estens. della coscia.
Semi-membranoso. . . .	206,5 (± 7,5)		
Semi-tendinoso	128,2 (± 3,2)	463,9	
Lusga testa del bicipite . .	129,2 (± 21,7)		
Corta testa del bicipite . .	146,2 (± 65,2)		992,1 fless. del ginoc.
Popliteo	24,0 (± 1,5)	171,2	
Gemelli e plantare gracile .	358,0 (± 2,0)		
Soleo	375,0 (± 24,0)	358,0 375,0	735,0 esten. del piede.
Tibiale anteriore	124,5 (± 2,5)		
Terzo peroneo.	22,2 (± 12,7)		146,7 flessori del piede.
Lungo peroneo	85,2 (± 9,7)		
Corto peroneo	52,0 (± 19,0)		234,9 abdutt. ed addutt. del piede.
Tibiale posteriore. . . .	97,7 (± 13,7)		
Lungo estensore del dito grosso del piede.	28,7 (± 1.7)		
Corto estensore del dito grosso del piede.	7,0		
Abduttore del dito grosso del piede.	22,0 (± 0,5)		
Addutt. del dito grosso del piede e traverso	21,0 (± 5,5)		145,7 muscoli del dito grosso del piede
Lungo flessore del dito grosso del piede	53,5 (± 23,5)		
Corto flessore del dito grosso del piede	13,5		
Lungo estensore delle dita del piede	32,5 (± 17,5		
Corto estensore delle dita del piede.	8,5		
Lungo flessore delle dita del piede.	31,0 (± 13,0)		
Accessorio	13,0 (± 4,5)		
Corto flessore delle dita del piede	13,0		120,0 muscoli delle quattro dita del piede.
Flessore del dito piccolo del piede	6,5 (± 1,0)		
Abduttore del dito piccolo del piede.	15,5 (± 2,5)		

(1) Gli adduttori, i quali secondo Albino, possono pure, piegare la coscia, non servono a tale uso nel camminare, perchè lo impedirebbero stante l'adduzione che determinerebbero in pari tempo.

Vedesi, da siffatto quadro, che gli estensori ed i flessori stabiliscono le associazioni più diversificate fra i segmenti del membro inferiore. Veramente, le articolazioni dell' anca, del ginocchio e del piede hanno ciascuna i loro estensori e flessori proprii; ma molti altri muscoli sono ad un tempo estensori e flessori perchè, passando su due articolazioni, distendono l' una e piegano l'altra. Il retto della coscia, che si estende al dinanzi della rotella sino alla pelvi, e che distende l'articolazione del ginocchio, serve in pari tempo di flessore a quella della coscia; il semi-tendinoso il semi-membranoso e la lunga testa del bicipite, che vanno, all'indietro dalla pelvi alla gamba, e distendono l' articolazione della coscia, servono nello stesso tempo di flessori a quella del ginocchio; i gastrocnemii, che si estendono dalla coscia al tallone, piegano il ginocchio e distendono il piede. I muscoli della gamba, i cui movimenti s' incapestrano organicamente, formano un sistema in regola, ed il loro ordinamento sistematico va intimamente congiunto alla successione dei moti nel camminare e nella corsa.

Il peso dei muscoli del membro inferiore, i quali, passando su due articolazioni sono ad un tempo estensori e flessori, ascende giusta il nostro quadro, a 1021,1 gr. Supponendo che servano in egual proporzione al distendimento ed alla flessione, ed aggiungendo il loro peso, diviso in due metà, a quello degli estensori e dei flessori, si ottiene la seguente proporzione tra i muscoli incaricati dello stendimento e quelli ch' eseguiscono la flessione:

$$(2403,2 + \frac{1021,1}{2} : (810,3 + \frac{1021,1}{2} = 2913,75 : 1320,85,$$

od all' incirca 11 : 5. Il peso degli estensori della gamba, è dunque quasi doppio di quello dei suoi flessori. Ora, siccome il meccanismo della gamba non è altrimenti talmente disposto che i flessori agiscono sotto un angolo più favorevole o su più lungo braccio di leva che gli estensori, così evidentemente s' ingannarono nel dire, perchè le gambe stanno semi-piegate nel riposo che i flessori prevalgono agli estensori. Quella semi-flessione delle ossa nel riposo non dipende dalla forza contrattile dei muscoli, ma dalla naturale lunghezza che hanno nello stato di quiete, e che risulta tale da dovere allora le articolazioni collocarsi in una situazione all' incirca media fra il maggior distendimento e la maggior flessione.

Il rapporto del peso dei muscoli estensori a quello dei flessori sembra ancora più considerabile quando si comparano i muscoli che distendono esclusivamente la gamba a quelli, la cui funzione esclusiva è il piegarla. Qui la proporzione risulta di 2403,2 gr. : 810,3 gr., o quasi di 3 : 1, il che sembra ancora più giusto, essendo verisimile che i muscoli passanti sopra due articolazioni che sono fortissimi, come gli altri estensori, servano principalmente al distendimento, e non facciano che accessoriamente l' ufficio di flessori. Secondo ciò, il peso dei muscoli estensori dovrebbe esser portato a 3166,7 gr. Se si paragona questo peso al peso totale dei muscoli del membro inferiore, che trovammo di 5728,9 gr., si troverà poco meno della proporzione di 5:9, dimodochè più della metà della massa muscolare del membro appartiene al solo suo apparecchio di stendimento. Se finalmente si paragona il peso degli estensori e dei flessori, presi insieme, a quello di tutt'i muscoli del membro inferiore, si troverà la proporzione quasi di 3:4, cosicchè i muscoli che non sono nè estensori nè flessori non formano che all' incirca il quarto della massa muscolare totale del membro.

§ 86. *Nel camminare, il piede è distaccato dal suolo, non pel fatto dei flessori della sua articolazione, ma in forza dei gastrocnemii, che piegano il ginocchio e distendono in pari tempo l' articolazione del piede.*

Mediante i muscoli, i quali, passando sopra due articolazioni, possono distendere l' una e piegar l' altra, raggiunse natura più scopi ad un tempo, quello di risparmiare diversi muscoli, e quello d' ottenere una successione regolare di movimenti, che non era possibile se non per via di cosiffatta disposizione. Come nelle macchine a vapore, la successione necessaria dei movimenti risulta da diversi pezzi penetrati da un solo foro, uniti con altro penetrato da parecchi; del pari, nei membri inferiori, parecchi muscoli passanti sopra una sola articolazione vengono sostituiti da uno solo che passa sopra più articolazioni. Certi moti devono sempre avvenire simultaneamente nel camminare. Vi sono alcuni casi, per esempio, in cui l' anca deve piegarsi mentre si distende il ginocchio, altri nei quali l' anca ed il piede deve distendersi mentre si piega il ginocchio. È interessante il vedere movimenti così differenti, ma simultanei, risultare da semplici muscoli che, per effettuarli, passano su due articolazioni. Altrove, ottenne così natura la giusta successione dei movimenti, come, a cagion d' esempio, il distacco del piede al momento che il membro inferiore cessa di portare il corpo e di puntellarc contro il suolo. Il distacco del piede, nel camminare, non viene operato dai muscoli flessori, ma dai muscoli estensori, non dal soleo, che va dal calcagno alla gamba, ma dai gemelli, che si estendono dal medesimo osso alla coscia, e che, quindi, oltre che distendere l'articolazione del piede, possono anche piegare quello del ginocchio. Siccome i gastrocnemii sono in pari tempo estensori e flessori, così devono, per non far che distendere ed allungare la gamba, per esempio, quando nel camminare, essa sostiene il corpo e lo porta innanzi allungandosi, devono, diciamo, non agire sin dallo stesso principio dello stendimento, ma solo allorquando il ginocchio è già interamente o quasi interamente disteso, momento in cui l' influenza della loro azione flessoria sul ginocchio è debolissima, perchè la coscia e la gamba si trovano allora in retta linea, e codesti muscoli s' inseriscono vicinissimo all' asse del movimento. Ma, d' altro lato, è da attenersi che i gastrocnemii, per ciò solo che cominciano più tardi a contrarsi, seguitino anche più lungo ad agire: il che realmente avviene. Essi continuano tuttavia ad agire dopo che cessò la gamba di puntellarsi, e che si rilassarono gli altri muscoli estensori. Giunto tale momento, gli estensori del ginocchio cessano di agire, ed i gastrocnemii, che si contraggono, non solo mantengono allora il piede disteso, ma anche possono piegare il ginocchio, perlochè il piede appoggiato sulle dita si trova sollevato o tratto alquanto all' indietro. Tale disposizione riesce di grande importanza per il camminare e la corsa, in cui la gamba alternativamente puntella contro il suolo ed oscilla all' innanzi, ma nella quale i due movimenti devono succedersi alle epoche prescritte, senza di che sarebbe sconcertata la progressione: imperocchè 1.° la gamba, che più non tocca il suolo che coll' estrema punta del piede, si trova così distaccata momentaneamente dal suolo, ciò che non è possibile, in tal situazione del membro, di operare colla flessione dell' articolazione del piede; 2.° non fa perciò mestieri di una nuova forza (i gastrocnemii, in forza dei quali deve essere il piede distaccato dal suolo, sono già contratti), e basta la cessazione d' una forza esistente, il rallentamento dei muscoli estensori del ginocchio. Siffatto modo di distacco del piede, cui si può verificare esaminando uno che cammini, spiega in pari tempo il perchè, nel rapido camminare, ma specialmente nella corsa; in cui tutti gli estensori della gamba, i gastrocnemii come gli altri, sono fortemente tesi, le gambe si trovano progettate così in alto all' indietro, e tanto più in alto quanto più si eseguisce velocemente il moto.

§ 87. *Dei muscoli che operano la pronazione e la supinazione del piede.*

Provammo (§ 67), con esperienze sul cadavere, che il movimento di pronazione e di supinazione della gamba ha l' estensione di 30 gradi, vale a dire che la gamba può volgersi sul suo asse longitudinale, in modo che le dita del piede corrispondano od al di dentro od al di fuori. Non solo la disposizione delle osse e dei legamenti permette codesto movimento, ma vi sono muscoli incaricati di eseguirlo durante la vita. Il sartorio, il semi-tendinoso, il gracile ed il popliteo possono operare la pronazione della gamba, il bicipite la sua supinazione. È osservabile, in tale rapporto, che siccome la tensione dei legamenti della gamba le impedisce di volgersi intorno al suo asse longitudinale quando è distesa, e non glie lo permette se non quando si trova piegato il ginocchio, del pari i muscoli che, nello stendimento, hanno tutt' altra funzione, acquistano, nella flessione, tal situazione che li lascia determinare la rotazione del membro. Da tal funzione che hanno i muscoli di produrre la pronazione quando sono piegate le ginocchia, si vede il perchè i tendini del sartorio, del gracile e del semi-tendinoso contornano gran parte della tibia: egli è per isvolgersi intorno ad essa nella torsione, e poterla così operare in maggior estensione. Il semi-membranoso, il quale ha d' altronde, per la sua situazione, tanti rapporti col semi-tendinoso, non può determinare la pronazione, perchè il suo tendine non si ricurva, come quello di quest'ultimo, intorno alla tibia. Il popliteo contorna pure nello stesso modo, nel lato esterno, il condilo del femore. Quanto al bicipite, che opera la supinazione, esso è il solo, il cui tendine non si contorna, perchè prende la sua inserzione nella testa della fibula, il che lo tiene più lontano dall' asse di rotazione o dal condilo interno, e perchè la rotazione, considerata generalmente riesce meno considerabile nel lato interno. Ci siamo positivamente convinti dell' attitudine che hanno codesti muscoli a determinare la pronazione e la supinazione, nella flessione, tagliandoli nella loro estremità superiore (massime i lunghi), e tenendoli, senza nulla cangiare nella direzione delle loro fibre, mentre stava piegato il ginocchio: in tal modo si effettuava la torsione.

§ 88. *Dei muscoli che operano l'adduzione e l'abduzione nell' articolazione inferiore del piede.*

Il piede e la gamba sono talmente articolate insieme, siccome dimostrammo nel § 80, che i principali movimenti di questi due segmenti del membro non avvengono, siccome accade tra la pelvi e la coscia o tra la coscia e la gamba, in una sola articolazione ma sono ripartiti a due articolazioni sovrapposte, cosicchè la flessione ed il distendimento si effettuano soltanto nella superiore, fra la gamba e l'astragalo, l'adduzione e l'abduzione pur esclusivamente nella inferiore, fra l'astragalo ed il rimanente del piede. Benchè l'astragalo posi sul restante del piede per due superficie affatto tra loro separate, la sua congiunzione con esso non dev' essere considerato come costituente due articolazioni, perchè, nell' adduzione, e nell'abduzione del piede che ne risultano (e che possono arrivare a 42 gradi), il contatto non è mantenuto che in una superficie , e cessa nell' altra superficie , salvo almeno pochi punti. Formò natura, per l' adduzione e l'abduzione del piede, non solo un'articolazione a parte, ma altresì muscoli speciali , che non producono quasi altro che questi movimenti. Il tibiale posteriore porta il piede nell'adduzione, il lungo ed il corto peroneo nell'abduzione; sono dunque entrambi antagonisti. Verificammo l'esattezza di siffatta proposizione tagliando l'estremità superiore dei muscoli, senza cangiar la situazione dei loro tendini nella loro estremità inferiore (fino al di sopra dell' articolazione del piede) , e tendendoli secondo la direzione delle loro fibre: possiamo così determinare a piacere l'adduzione o l' abduzione, secondo che operiamo sul tibiale posteriore o sopra il lungo ed il corto peroneo. Faceva d'uopo di molta forza per produrre il distendimento dell'artico-

lazione mediante il solo lungo peroneo, o per via del tibiale posteriore e del certo peroneo, e, cosa osservabile, non si poteva determinarlo agendo sopra un solo di questi ultimi due muscoli.

PARTE TERZA

CONSIDERAZIONI FISIOLOGICHE INTORNO AL CAMMINARE ED AL CORRERE.

CAPITOLO I.

ESPERIENZE E MISURE RELATIVE AL CAMMINARE ED ALLA CORSA.

§ 89. *Sono necessarie delle misure per servir di base ad una teoria del camminare e della corsa.*

Di tutti i movimenti del corpo umano, il camminare e la corsa sono quelli che più riescono sensibili agli occhi nostri; si può non solo osservarli, ma anche misurarli più precisamente che gli altri. La misura di tali movimenti è sola capace di condurci a chiare e precise idee circa il camminare e la corsa; somministrando essa una base dedotta dall' esperienza, ed una pietra di paragone mediante la quale può farsi il saggio di qualunque teoria che si sia. Nulla risparmiamo per giungere a formare tal base; le modificazioni diverse che arrecammo nei nostri processi di misura ci permisero di riconoscere parecchie circostanze che forza hanno di legge nel camminare e nella corsa, e di arrivar poi alla spiegazione di questi movimenti. Così, per esempio, cercammo di conoscere la lunghezza e la durata dei passi, e l' armonia che trovammo in tal particolare ci condusse a determinare più esattamente sino a qual punto quella lunghezza e quella durata dipendano dalle forze esterne, a cui si trova sottoposto il corpo umano come tutti gli altri corpi (gravità, resistenza dell' aria e sfregamento del suolo), sino a qual punto anche sieno sotto la dipendenza della forza organica, in particolare dell' energia muscolare.

§ 90. *Le misure devono essere prese sopra un cammino orizzontale, al coperto dal vento, e convien misurare insiememente il cammino ed il tempo.*

Essendo difficilissimo, anzi per lo più impossibile, il misurare la lunghezza e la durata dei passi isolatamente, fa duopo ricorrere ad un metodo indiretto, vale a dire percorrere uno spazio misurato, noverare i passi che si fanno, e determinare mediante una misura il tempo che vi s' impiega; dopo di che un calcolo semplicissimo dà la lunghezza e la durata dei passi, giacchè la lunghezza del cammino è la somma di tutti i passi, e basta dividerla pel numero di questi ultimi per ottenere la lunghezza di cadauno. Così, quando si vuol conoscere la durata di un passo, non si ha che a dividere il tempo che fu necessario per seguirli tutti, pel numero di

quelli che furono fatti. È applicabile siffatto processo nella supposizione che, essendo stato continuo e non menomamente sconcertato il camminare, sieno riusciti tutti eguali i passi rispetto alla lunghezza ed alla durata, ipotesi cui giustifica l'esperienza della vita comune, in cui appoggio vengono pure i nostri esperimenti (1).

§ 91. *Il tronco non è verticale, ma inclinato all'innanzi, nel camminare e nella corsa. L'estensione di tale inclinazione cresce colla velocità del camminare o della corsa.*

Dividemmo (§ 5) il corpo, rispetto al camminare ed alla corsa, in due parti, cioè, da un lato, il tronco, la testa e le braccia, che formano insieme il carico da portare, dall'altro lato, le gambe, che sostengono e trasportano questo carico. Sinchè continua nello stesso modo il caminare o la corsa, le parti da portare poco o nulla cangiano di situazione, mentre le gambe non possono effettuare la progressione se non mutando continuamente di situazione.

Si sa che quando viene comunicato un movimento ad una parte di un corpo solido qualunque da un corpo vicino, tutte le parti del corpo solido non prendono uniformemente parte al movimento se non quando la direzione della forza passa dal punto toccato pel centro del corpo solido. Non avvenendo tal caso, la forza si decompone, giusta le leggi del parallelogrammo delle forze, in due laterali di cui l'una segue l'indicata direzione, mentre le riesce verticale l'altra; quest' ultima produce allora una rotazione del corpo solido intorno al suo centro di gravità. Del pari si comporta il

(1) Scegliemmo generalmente, per le nostre esperienze; uno spazio offrente un suolo orizzontale di grande estensione. In tale spazio, misurammo una via lunga 45 45/100 metri Quello spazio era riparato dal vento. ed appunto perciò conveniva perfettamente alle esperienze, giacchè, all'aria libera, basta il menomo vento per cangiare sensibilmente i risultati mentre in mancanza di ogni agitazione dell' aria, questi risultati sono costantemente eguali, in parità di cose d'altronde. Nelle due estremità della via erano stati lasciati grandi spazii, tanto per poter lasciare i primi passi fuori della misura quanto per evitare l'influenza perturbatrice che uno sente involontariamente negli ultimi passi che fa appressandosi ad una muraglia. In alcuni esperimenti però non potemmo servirci di quello spazio coperto, perchè bisognava che il soggetto che camminava fosse osservato da considerabile distanza col cannocchiale, e dovemmo agire alla aria corrente. Per misurare il tempo, adoprammo uno, od, all'occorrenza, due orologi a minuti terzi, bene d'accordo. e secondo i nostri bisogni. Il sogetto che camminava, tenendo con una mano l'orologio, prendeva posto a sei o dodici passi dal principio della carriera, ed al momento del suo entrare su quest' ultima, faceva correre l'oriuolo, sino allora arrestato da un ritegno, poi lo fermava di nuovo tosto che toccava col piede il fine della carriera, o se l'estremo di questa non coincideva col fine di un passo, al momento che il centro di gravità si trovava al di sopra del suo limite esterno. Esso anche badava a noverare i passi che faceva camminando. Tali pratiche, tutte necessarie per prendere una misura, avrebbero potuto essere tra più persone ripartite; ma le facemmo eseguire dallo stesso soggetto, come il solo capace di effettuarle in modo perfettamente simultaneo. Ci dimostrò l'esperienza che quando un altro prende l'oriolo, scorre tra il segno fatto dal primo ed il disimpegno del secondo, un breve spazio di tempo che non sempre riesce eguale, il che pregiudica alle osservazioni inducendovi incertezza. D'altronde, quella riunione di parecchi uffici in una sola persona non porta alcun inconveniente, contratta che se ne sia l'abitudine. Solo dopo aver terminati gli esperimenti, dai numeri scritti di passi e di minuti terzi, calcolammo la lunghezza e la durata dei passi, che erano rimasti sino allora ignoti, cosicchè il maggiore o minor loro accordo cogli effetti attesi non poteva esercitare alcuna influenza sui risultati. Finalmente, per rendere comparabili le esperienze, era necessario che fossero tutte fatte su di un solo uomo, salvo nel caso in cui trattavasi di comparare insieme il camminare d'individui differenti; locchè infatti avvenne, dovunque non è espressamente indicato il contrario.

tronco, nel camminare e nella corsa, rispetto alle gambe, le cui estremità superiori, le due teste dei femori, si portano innanzi in direzione quasi orizzontale, e con velocità pressochè uniforme. Codesto movimento delle teste dei femori dev'essere comunicato alla estremità inferiore del tronco. Se lo si decompone in un movimento diretto dalle teste dei femori verso il centro di gravità del tronco, ed in un movimento a quello perpendicolare, quest'ultimo determinerebbe la rotazione del tronco, se non agisce sul tronco con altra forza che quella comunicatagli dal movimento delle teste dei femori. Ma codesta rotazione del tronco non deve succedere nel camminare nè nella corsa, ed è impedito quando il tronco si trova dapprima alquanto inclinato all'innanzi, il che fa che la sua propria gravità produca una rotazione in verso opposto.

Se il tronco non fosse mosso da alcun altra forza che quella che proviene dalla testa dei femori, e dalla sua propria gravità, la sua inclinazione dovrebbe poco a poco diminuire, e tosto che la forza acceleratrice della gravità avesse prodotta una rotazione dall'indietro all'innanzi tanto rapida quanto quella dall' innanzi all' indietro comunicata dalle teste dei femori, il tronco dovrebbe, perchè tale stato di cose persistesse, ritornare nella situazione verticale. Ma una terza forza, la resistenza dell'aria, agisce su di esso pure. Se si decompone questa forza in una agente nella direzione del tronco inclinato ed in un'altra a quella perpendicolare, l'ultima porzione produrrebbe una rotazione accelerata del tronco dall'innanzi all'indietro, cui la forza acceleratrice della gravità dovrebbe neutralizzare ad ogni istante, il che non può avvenire se non quando rimane il tronco continuamente inclinato all' innanzi. L' estensione di codesta inclinazione continua del tronco deve stare in rapporto con quella della resistenza che trova il tronco nell' aria nel camminare e nella corsa; deve dunque essere più considerabile nel camminare e nella corsa rapidi, perchè allora riesce maggiore la resistenza dell'aria; meno grande; all'opposto, nel camminare e nella corsa lenti, perchè allora resiste meno l'aria. Se codesta inclinazione del tronco, dipendente dalla gravezza della resistenza, o dalla rapidità del camminare o della corsa non avesse luogo, l'azione dei muscoli che uniscono il tronco alle gambe potrebbe bensì determinarne una consimile, ma con grande scialacquo però d'energia muscolare, che trovasi evitato dall'altro stato di cose. Cercammo di provare per la via esperimentale che avviene il primo modo di inclinazione, misurammo l'inclinazione del tronco nel camminare e nella corsa, e la comparammo sotto velocità diverse.

Per misurare l'inclinazione del tronco nel camminare o nella corsa eseguiti con velocità diverse, misurammo una carriera di metri 15 $^1/_{11}$ che fu percorsa, camminando e correndo, quando più quando meno rapidamente, e tenendo conto del tempo impiegato e del numero dei passi fatti. Fu disposto un cannocchiale a centro metri sul lato di quella carriera, in guisa che il filo cui racchiudeva coincidesse colla immagine d'una linea tracciata sul tronco: l'oculare mobile dello strumento, che conteneva quel filo, fu rivolto nel camminare e nella corsa, sino a che coincidesse egualmente allora con quella linea. Comparando insieme le due situazioni dell'oculare, si aveva la differenza d'inclinazione nel camminare o nella corsa. L'inclinazione assoluta del tronco in ciascuna situazione viene determinata dall' angolo che la verticale fa colla linea che il centro di gravità del corpo forma col mezzo dell'asse trasversale della pelvi passante per le due teste dei femori. Ma essendo difficilissimo il trovare il centro di gravità del tronco in situazioni così differenti del corpo, dovemmo osservare, invece della linea tirata da quel punto all'asse delle due teste, che avrebbe data immediatamente l'inclinazione assoluta del tronco, un'altra linea visibile all'esterno di quest'ultimo, e suscettibile di rimuoversi il meno possibile per rispetto all'altra. La situazione verticale del tronco, quale la mostra nel riposo, fu determinata cercando

l'angolo che quella linea visibile faceva, nel camminare all' innanzi ed all' indietro, nella corsa all'innanzi ed all'indietro, finalmente nel fermarsi nelle due situazioni opposte. L'ultimo angolo, dedotto dai due primi, dà quanto approssimativamente che è possibile l'inclinazione del tronco rispetto alla verticale, nel camminare e nella corsa La seguente tavola presenta i risultati delle nostre misure:

Tavola 7. *Misura dell' inclinazione del tronco nel camminare e nella corsa. — Movimento angolare della linea visibile mentre ritorna il corpo dall' innanzi all'indietro.*

a. Al momento del fermarsi.

	13° 74
	13 74
	13 06
	15 46
Medio.	14° 00

b. Nel lento camminare

Lung. dei passi.	Durata dei passi.	Movimento angolare ritornando dall'innanzi all'indietro.	Velocità.	Doppia inclinaz.
0,629	0,833		0,755	
		18° 9		4° 9
0,664	0,777		0,855	
		18 9		4 9
0,699	0.848		0,824	
		20 6		6 6
0,664	0,793		0,837	
		20 6		6 6
0,699	0,839		0,833	
		18 9		4 9
0,629	0,812		0,774	

c. Nel rapido camminare.

0,838	0,452		1,85	
		27 8		13 8
0,838	0,426		1,97	
		26 1		12 1
0,838	0,429		1,95	
		27 5		13 5
0,838	0,428		1,96	
		32 6		18 6
0,838	0,444		1,89	
		31 8		17,8
0,816	0,438		1,86	
		24 9		10 9

Lung. dei passi.	Durata dei passi.	Movimento angolare ritornando dall'innanzi all'indietro.	Velocità.	Doppia inclinaz.
0,838	0,431		1,945	
		29 2		15 2
0,838	0,419		2,00	
		27 5		13 5
0,838	0,439		1,21	
		29 2		15 2
0,888	0,436		2,04	
		30 9		16 9
0,388	0,432		1,94	
		32 6		18 6
0,888	0,438		2,03	
		31 8		17 8
0,888	0,456		195	

d. Nella corsa.

1,372	0,325		4,22	
		48 1		34 1
1,509	0,323		4,67	
		49 8		35
1,509	0,337		4,48	
1,509	0,302		5,00	
		55 8		41 3
1,509	0,300		5,03	
		56 7		42 7
1,509	0,320		4,72	
		53 3		39 3
1,509	0,320		4,72,	

In un'altra serie di misure, cercammo di determinare, in modo immediato, l'inclinazione del tronco ad una velocità differente del camminare e della corsa, ammettendo (giusta il § 48) che una linea retta passi dall'atlante alla base del sacro pel centro di gravità del tronco; volgemmo l'oculare del cannocchiale sino a che il filo paresse coincidere con quella linea. La seguente tavola offre i risultati da noi così ottenuto.

TAVOLA 8. *Misura dell'inclinazione del tronco nel camminare e nella corsa con velocità diverse.*

a. Nel camminare.

Lunghezza dei passi.	Durata dei passi.	Velocità	Inclinazione
0 648	0 681	0,95	5° 7
0 700	0 632	1,11	6 9
0 795	0 622	1,28	8 1
0 833	0 400	2,08	10 0

b. Nella corsa.

Lunghezza dei passi	Durata dei passi.	Velocità	Inclinazione
0 648	0 311	2,08	7 2
0 833	0 343	2,43	8 3
0 853	0 336	2,53	9 5
1 060	0 323	3,21	12 1
1 207	0 308	3,92	13 8
1 458	0 287	5,08	20 2
1 522	0 240	6,34	22 5

Risulta da siffatte ricerche che il centro di gravità del tronco non è sostenuto perpendicolarmente nel camminare e nella corsa, che una perpendicolare cadente da quel centro sull'asse delle due cavità cotiloidi è inclinata all' innanzi, finalmente che cresce e diminuisce l' inclinazione colla velocità del corpo in codesti movimenti

Ci siamo anche così convinti che quando non si cangia passo con intenzione, non solo la velocità onde viene trasportato il corpo, ma eziandio l'inclinazione comunicata al tronco, sono eguali in un passo come nell'altro. Dunque, siccome già dicemmo, il tronco si comporta qui all'incirca come la bacchetta che si porta in equilibrio sul dito; in un caso e nell'altro, l'inclinazione deve, giusta le leggi della meccanica, essere relativa alla velocità della traslazione.

ARTICOLO I.

DEL CAMMINARE.

§ 92. *Nel camminare sopra un suolo orizzontale, il tronco è trasportato quasi in linea retta; le oscillazioni per le quali alternativamente si ravvicina e si discosta alquanto dal suolo, ascendono a circa 32 millimetri, vale a dire che il maggiore allontanamento dal termine medio non è che di 16 millimetri.*

Le nostre osservazioni sul trasporto orizzontale del tronco nel camminare dovrebbero essere riferite ad una parte determinata qualunque di questo tronco. Potrebbesi credere che avessimo dovuto per ciò eleggere quella in cui si trova il centro di gravità; ma non lo facemmo, non essendo praticabile il dinotare convenevolmente tal punto con un contrassegno e l'osservarlo con precisione. D'altronde, per lo studio del camminare, giova pur avvertire al punto pel quale la gamba serve di sostegno al tronco, che non al movimento del centro di gravità di questo. Infatti, come dicesi d'una bacchetta tenuta in equilibrio, che vien trasportata orizzontalmente quando il dito che la porta avanza in linea orizzontale, senza far calcolo delle piccole oscillazioni in alto ed abbasso che incontra il suo centro pel fatto di un lieve incremento o decremento della velocità del dito, del pari nel camminare, diciamo muoversi il tronco parallelamente al suolo, allorchè le teste dei femori che lo tengono in equilibrio avanzano parallelamente al medesimo suolo, cosicchè riferiamo al tronco intero ciò che, giustamente parlando, non sussiste che per la sua estremità inferiore, quella che tocca le teste dei femori.

Per fare esatte esperienze su tal particolare, usammo il mezzo seguente. L' uno di noi, di cui dovevasi osservare il camminare, portava in mano una misura bianca, divisa in millimetri da linee rette, e tenuta applicata contro il gran trocantere, in

al situazione che potesse l'altro vederla col cannocchiale, quando colui che cammina gli volgeva il dorso. Siccome la sommità del gran troncantere sta a livello col centro della testa del femore, e conserva sempre quella stessa altezza relativa nel camminare, così potevasi, nelle nostre esperienze, osservarla in luogo del femore stesso. Fu stabilito il cannocchiale alla medesima altezza delle teste dei femori, e nella direzione del cammino. Osservando chi cammina con tale strumento, vedevasi la misura che portava salire e scendere per rispetto al filo immobile contenuto nel cannocchiale, secondo che si abbassava od alzava il tronco. La misura doveva sempre essere presa al momento in cui chi cammina giungeva alla distanza per la quale era stata determinata la posizione del cannocchiale. Trovammo in tal guisa che la estensione delle oscillazioni nel rapido camminare poco differisce da ciò che risulta nel camminar lento: solo le misure ottenute nel primo di questi due casi si accordavano maggiormente insieme. Ecco i risultati di queste ultime:

TAVOLA 9. *Misura delle oscillazioni verticali in passi della lunghezza* di 0^{m}, 730.

a. Nell' appoggio sul piede intero (1).

Num.	Estensione dell' oscillazione.	Medio.
1	35 mill.	
2	30	31 mill., 7
3	30	

b. Nell' appoggio sulla punta del piede.

1	22 mill,	
2	20	
3	19	
4	22	
5	22	

Tali misure davano la distanza di due linee parallele al suolo tra le quali sempre rimane la testa del femore nel camminare uniforme. Se cerchiamo la linea media, troviamo che il maggior elevamento od il maggiore abbassamento al di sopra od al di sotto di questa linea media non oltrepassa 16 millimetri.

Da ciò risulta che *la forza di stendimento della gamba puntellata, forza che serve di sostegno e di mezzo di trasporto nel camminare, agir deve in modo che, ad onta del cangiamento di situazione della gamba, la sua forza di stendimento, stimata in direzione verticale, sia all' incirca eguale alla gravità del corpo, cosicchè non possa questo nè elevarsi nè abbassarsi di molto.*

§ 93. *La maggior lunghezza dei passi che facciamo nel camminare riesce quasi eguale alla metà dell' ampiezza di stendimento della gamba.*

(1) *Vedi* il § 99 per la differenza tra il camminare sul piede intero e quello della punta del piede.

Certamente la lunghezza dei maggiori passi che far possiamo dipende dalla lunghezza delle nostre gambe, donde risulta che i fanciulli, per esempio, fanno piccoli passi ; ma rimane da determinare con precisione come la lunghezza dei più grandi passi dipenda da quella delle nostre gambe. Dalla lunghezza delle gambe dipende la loro ampiezza di stendimento, allorchè formano insieme un angolo quanto più possibile grande ; ora non è il massimo d' ampiezza di tensione delle gambe, ma soltanto la sua metà, che forma l' estremo limite a cui possano giungere i nostri passi. La maggior lunghezza dei passi , come risulta dalle nostre esperienze , non arriva mai al massimo dell' ampiezza di stendimento, e camminando si supera in una volta la metà dello spazio cui possiamo, nel riposo, superare distendendo più che sia possibile le gambe. Trovammo la maggiore ampiezza di tensione (non compresa la lunghezza del piede) — 1180 millimetri, e la maggiore lunghezza del passo (fatta deduzione della lunghezza del piede) — 620 millimetri, vale a dire non superante che che d' un ventesimo la metà dell' altro (1).

La ragione si è che quando la gamba posteriore arriva alla sua maggior tensione nel camminare , l' anteriore sempre sostiene il corpo verticalmente nel suo punto d' appoggio sull' articolazione dell' anca, e che, per coseguenza, le due gambe, col suolo formano un triangolo rettangolo, che può essere considerato come la metà del triangolo rettangolo che le due gambe , col suolo, costituiscono nel caso dell' ampiezza di estensione corrispondente. Così si spiega perchè i maggiori passi, che far possiamo senza sforzi straordinarii, sono la metà della distanza in cui possono le due gambe tra loro allontanarsi all' innanzi e all' indietro; giacchè , nel camminare, la gamba anteriore si trova perpendicolare, al momento in cui è maggiormen-

(1) Per sapere quale distanza si può superare colle gambe stando in piedi, uno di noi stette sopra un suolo orizzontale, colle due gambe quanto mai allontanate all' innanzi ed allo indietro. In tale attitudine , le gambe formano col suolo un triangolo rettangolo, sulla cima ottusa del quale posa il corpo. La situazione delle due punte delle dita del piede estremo fu contrassegnata sul suolo, e misurata la distanza tra loro. La maggiore ampiezza di stendimento fu da ciò trovata = 1420 millimetri. La maggiore lunghezza dei passi che poteva fare lo stesso soggetto senza sforzi straordinarii non arrivava che a circa 860 millimetri. La lunghezza dei passi nel camminare non è dunque mai che una frazione della maggiore ampiezza di stendimento , e quando pure sia quanto mai grande , non supera che d'un quinto la metà di questa. Ma non si potrebbero fare sì lunghi passi , se essi non si allungassero per l' effetto dello stendimento del piede sul suolo nella durata di cadauno (*Vedi* il § 16). Tale allungamento , che eguaglia la lunghezza del piede, pure succede bensì nell'ampiezza di stendimento, ed è perciò che questa, siccome la misurammo , dalla punta di un piede a quella dell' altro , risulta maggiore , di tutta la lunghezza del piede, che non sarebbe se la si valutasse dalla distanza delle punta dei piedi che puntellano realmente *in pari tempo* contro il suolo, vale a dire dalla punta del piede di dietro sino al tallone di quello di davanti. Ma si deduca codesto allungamento , che è indipendente dalla vera estensione delle gambe, e dalla lunghezza dei passi e dall' ampiezza di stendimento , si trova la maggiore lunghezza del passo (minorata di quella del piede) quasi esattamente eguale alla metà della maggiore ampiezza di stendimento (pure diminuita dalla lunghezza del piede). Infatti , nei nostri esperimenti , la lunghezza del piede era di 240 millimetri. Dedotta tale somma da 1420 millimetri (cioè la maggiore ampiezza di stendimento) , rimangono 1180 millimetri , la cui metà è 590 millimetri. Si sottraggano pure quei 240 millimetri da 860 (vale a dire la maggiore lunghezza del passo) , si ottengono 620 millimetri , cioè un prodotto che non supera 590 millimetri che di un ventesimo. Altrimenti detto , la maggior ampiezza di stendimento può essere , dopo averne dedotta la lunghezza del piede , divisa quasi esattamente in due lunghezze di passi quanto più possibile grandi ; giacchè 1/2 (1420 + 240) = 830 millim., invece che la maggior lunghezza era = 860 millimetri.

te tesa la posteriore. Siffatta spiegazione può essere sottoposta a una diretta prova, che consiste nel comparare la lunghezza della gamba tesa e la lunghezza dei passi (fatta deduzione di quella dei piedi) colla distanza verticale che esiste fra la testa del femore ed il suolo nel camminare. Queste tre linee, che sono tutte suscettibili d' essere misurate indipendentemente l' una dall' altra, devono, qualora sia giusta la nostra proposizione, esser trovate tali che dalla loro riunione risulti un triangolo rettangolo. Cercammo effettivamente di misurarle tra loro isolate, e, come si vedrà nei seguenti paragrafi, ne restò pienamente confermata la nostra asserzione.

§ 94. *In ciascun tempo del camminare, il tronco prende, per rispetto al suolo, una situazione alquanto più bassa che nella stazione. Si abbassa tanto più quanto più presto camminiamo, e la sua distanza dal suolo è sempre eguale quando non cangiano il modo di camminare e la celerità.*

Siccome sappiamo, giusta il § 92, che le teste dei femori trasportano il tronco, nel camminare, sopra una superficie quasi paralella al suolo orrizzontale, così non fa di mestieri, per conoscere la maggiore altezza della gamba anteriore al momento del maggiore stendimento della gamba posteriore, se non di misurare la distanza tra il suolo e la superficie, a cui rimangono più ravvicinate le teste dei femori, e dedurne la metà della piccola oscillazione verticale, misurata nel § 92, perchè secondo le nostre osservazioni, l' oscillazione dall' alto al basso avviene verso la fine dello stendimento della gamba posteriore. Rimane da trovarsi esperimentalmente se sia, e quanto, più piccola tale distanza nel camminare che nella stazione : problema che si può risolvere mediante misure analoghe a quelle descritte nel § 92. Se, per esempio, la distanza in discorso fosse bensì più piccola che nella stazione , ma di pochissimo soltanto, vi sarebbe a ciascun passo almeno un istante in cui corrisponderebbe al filo del canocchiale la stessa linea della scala che vedemmo presentarsi nella stazione. Ma notavamo nelle precedenti esperienze che eziandio il più basso punto della scala che entrasse in rapporto col filo nel camminare, era sempre molto più elevato di quello che vi avevamo veduto nella dritta stazione , che quindi era sempre, nel camminare, più basso il tronco, vale a dire più ravvicinato al suolo, almeno di tutta l' estensione di tal differenza. Ottenemmo per via di misure i seguenti valori di quest' ultima.

Tavola 10. *Misura dell' abbassamento del tronco,*

a. Nel camminare sul piede intero, lunghezza dei passi 730 mill.

1° esp.	24 mill.
2°	26
Media.	25 mill.

b. Nel camminare sulla punta del piede, lunghezza dei passi 730 mill.

1° esp.	40 mill.
2°	38
3°	35
4°	43
Media.	39.

A tale abbassamento costante conviene altresì aggiungere, al momento in cui la gamba posteriore si trova più distesa ed inclinata rispetto al suolo, tutto l' abbassamento variabile, che risulta eguale alla grandezza delle oscillazioni misurate nel § 92. Arrivava quest' ultimo a 31 $^2/_3$ millimetri nel caminare sul piede interno, ed a 21 millimetri in quello sulla punta del piede. Dunque l' abbassamento totale nel momento in cui la gamba è maggiormente distesa ed inclinata per riguardo al suolo, era, per passi di 730 millimetri di lunghezza,

Sul piede intero $=$ 56 $^2/_3$ mill.
Sulle dita del piede $=$ 60.

Egli è dunque di tale somma che la gamba anteriore, la quale, nello stesso momento, arriva alla verticalità sotto il tronco, si accorcia relativamente alla lunghezza che ha nella stazione dritta.

§ 95. *Dell' incremento della lunghezza delle gambe nello stendimento.*

Per determinare esattamente la lunghezza della gamba, è necessario primieramente di conoscere quale sia il punto che devesi considerare come l' estremità superiore di questo membro. Dicemmo essere il centro della testa del femore, essendo questo il punto intorno al quale si volge la gamba nei suoi movimenti nell' articolazione dell' anca. Ma siccome non lo si può osservare immediatamente sul membro, così vi sostituimmo la sommità dell' elevamento che fa il gran trocantere all'esterno, e le cui misure prese sullo scheletro ci dimostrarono corrispondere l' altezza al centro della testa del femore. Misurammo dunque, con un metro tenuto verticalmente, l' altezza di questa sommità del gran trocantere nella stazione dritta, mentre la gamba toccava il suolo colla intera superficie del piede, e ciò,

1.° Quando il centro del corpo era situato quanto mai possibile all' indietro verticalmente al disopra del tallone;

2.° Quando stava codesto centro quanto mai all' innanzi, verticalmente al disopra della punta del piede.

Poi la misurammo essendo il corpo sollevato sulla punta dei piedi, e ciò,

3.° Quando il piede toccava il suolo colla estremità anteriore del metatarso, ed una parte del peso del corpo era sostenuta dalle braccia appoggiate, onde prevenire una caduta;

4.° Quando la gamba, distesa quanto mai, più non toccava il suolo se non colla punta delle dita del piede, essendo portato dalle braccia l' intero peso del corpo.

Tali misure ci diedero i seguenti risultati.

Tavola 11. *Misura della lunghezza della gamba in gradi diversi di stendimento.*

860,3 millimetri, lunghezza della gamba distesa sino all' articolazione del piede, quando *b*, centro di gravità del corpo, si trova nella stazione dritta, verticalmente al disopra del tallone.

852,5 millimetri, lunghezza della gamba distesa fino all' articolazione del piede, quando il peso del corpo si regge verticalmente sulla punta del piede nella stazione.

949,2 millimetri, lunghezza della gamba distesa fino all' estremità anteriore del metatarso.

980,1 millimetri, lunghezza della gamba distesa sino alla punta delle dita del piede.

Donde risulta che l'allungamento della gamba arriva quasi ad un settimo della sua lunghezza totale: ora questo massimo di allungamento sembra aver realmente luogo quanto mai nel camminare rapido.

§ 98. *Misura della lunghezza della gamba posteriore distesa, a velocità diverse nel camminare.*

Per misurare immediatamente, nel camminare, l'allungamento della gamba mentre si distende all'indietro, applicammo un filo all'orlo plantare anteriore della scarpa, e quivi lo conducemmo sino al gran trocantere, ove venne fissato mediocremente teso, con due pesi, in modo però che potesse ancora muoversi facilmente sotto il dito, il che gli permetteva allungarsi quanto occorreva. Prese tali disposizioni, il soggetto percorse con uniforme velocità uno spazio misurato, e si noverarono i passi siccome pure il tempo impiegato a farli. La porzione del filo che era stato obbligato, dallo stiramento, ad insinuarsi fra le dita, indicava l'allungamento della gamba; la lunghezza del cammino ed il tempo impiegato a percorrerlo facevano conoscere la celerità. Sifatte esperienze furono ripetute a differenti velocità del cammino. La tavola seguente contiene le misure da esse somministrate.

TAVOLA 12. *Misura dello stendimento della gamba posteriore nel camminare con velocità differenti, la lunghezza del cammino percorso essendo di 17 metri.*

Numero.	Lung. dal passo.	Durata del pas.	Lung. della gamba.	Velocità.
1	0,607 mill.	0" 692	0m 930	0,880
2	0,630	0 655	0 930	0,906
3	0,654	0 631	0 042	1,036
4	0,773	0 460	0 954	1,677
5	0,809	0 457	0 954	1,767
6	0.809	0 433	0 942	1,873
7	0,850	0 425	0 950	2,005
8	0,850	0 390	0 952	2,186
9	0,850	0 390	0 961	2,180
10	0,850	0 380	0 956	2,237

Risulta da tali misure che quanto sono più grandi i passi, tanto più si stende la gamba posteriore, mentre risultava dalle misure indicate nel § 94 che quanto più sono grandi i passi, tanto più si piega la gamba anteriore. Codesto allungamento della gamba posteriore e codesto accorciamento dell'anteriore fanno sì che, eziandio quando diviene massima la lunghezza del passo, non cessino per ciò le tre linee di formare insieme un triangolo rettangolo.

§ 97. *Nel camminare, la gamba posteriore distesa, la gamba anteriore ed il suolo formano un triangolo rettangolo.*

Se indichiamo con l le lunghezze di gamba misurate nella tavola precedente, e con a la lunghezza dei passi della tavola medesima, minorata della lunghezza del piede ($=$ 240 millimetri), la conseguenza della nostra proposizione che la gamba anteriore sia verticale al momento in cui si distacca dal suolo la posteriore, dovrebbe essere che $\sqrt{ll - aa} =$ l'altezza a cui la testa abbassata del femore si trova nel camminare. Ma la tavola precedente dà i seguenti valori per a e $\sqrt{ll - aa}$.

Numeri	a	$\sqrt{ll - aa}$.
1	0m 367	0m 854
2	0 390	0 844
3	0 414	0 846
4	0 533	0 791
5	0 569	0 765
6	0 369	0 750
7	0 610	0 728
8	0 610	0 731
9	0 610	0 742
10	0 610	0 736

Codesti voleri di $\sqrt{ll - aa}$. si accordano realmente con quelli che ci han dato misure dirette (§ 94 e 95) per l'altezza della testa del femore abbassata. Infatti, trovammo essere quest' altezza all'incirca di 0m,8564 nella stazione, e minore di 56,7 millimetri nel camminare a passi di 730 millimetri, vale a dire per

a	$\sqrt{ll - aa}$.
0m,490	0m,800

che corrispondono alla media tra le cifre dei n. 3 e 4. Ne deriva che le tre linee, cioè, la lunghezza della gamba posteriore distesa, quella della gamba anteriore accorciata, e quella dello spazio tra di esse compreso, formano realmente, un triangolo rettangolo, o poco meno.

§ 98. *Il piede posteriore si distacca dal suolo per l' effetto di una flessione del ginocchio durante la quale il piede e le sue dita rimangono distesi.*

Il piede posteriore non si distacca dal suolo per un'azione dei suoi muscoli flessori che lo farebbe piegare sulla gamba, ma perchè al momento in cui cessa di puntellare la gamba posteriore, si piega il ginocchio, mentre i piedi e loro dita seguitano a rimanere distesi. Ne acquistammo la convinzione osservando da lungi col canocchiale persone che camminavano. In tal modo, il piede non si volge dall' indietro all' innanzi, ma si solleva quasi verticalmente; donde risulta che il suo distacco dal suolo avviene istantaneamente e senza collisione. Se comportasse una flessione sulla gamba, per via dei suoi muscoli flessori, le dita del piede scorrerebbero sul suolo, giacchè in tal momento l'articolazione del piede si trova verticalmente al di sopra della punta del piede, a cui una rotazione nell' articolazione tarsica imprimerebbe un moto di traslazione orrizzontale. All' opposto, ha la gamba, in quel momento, una posizione inclinatissima, che si avvicina all' orizzontalità, ed una rotazione nell' articolazione del ginocchio solleva quasi perpendicolarmente la gamba col piede intero, massime perchè in pari tempo si porta pure all' innanzi il ginocchio, traendosi dietro la gamba ed il piede (*vedi* il § 86, sull'azione dei muscoli gastrocnemii). Codesto elevamento del piede, prodotto da una rotazione nell' articolazione del ginocchio, riesce assai considerabile, e cercammo di misurarlo, come lo dimostra la tavola seguente.

Tavola 13. *Misura dell' elevamento del piede nel camminare, lo spazio percorso essendo di 30 metri.*

Durata del pas.	Tempo.	Elevam. del tallone.	Elev. della punta del pie.	Velocità.
41	17" 4	0m 178	0m 092	1,72
39	12 7	0 173	0 115	3,36

§ 99. *Nel camminare, la superficie plantare del piede si distacca a ciascun passo dal suolo distendendosi, perlochè s'ingrandisce il passo di tutta la lunghezza del piede, indipendentemente dall' angolo che fanno insieme le due gambe.*

Sappiamo che una ruota la quale giri sopra sè medesima presenta incessantemente altri punti della sua periferia ad altri punti del suolo, e che così avanza senza aver d' uopo di scorrere sul suolo. Dinotasi tale modo di progressione dicendo che la ruota si distacca dal suolo svolgendosi, e si misura la lunghezza del cammino che percorre, contando, mediante un apparecchio particolare, il numero di volte che si svolse sul suolo, vale a dire il numero di giri da essa fatti. Succede qualche cosa di analogo nel piede, nel camminare. A ciascun passo posiamo dapprima in terra il tallone del piede anteriore, cosichè cominciamo coll' appoggiare il tronco sul tallone, mediante la gamba; ma a poco a poco tutte le parti della pianta del piede entrano in contatto col suolo; finalmente si solleva il tallone, e non vi ha più che la punta del piede che serva di appoggio. Il punto di appoggio del corpo dunque è così disteso sul suolo per tutta la lunghezza del piede, senza che abbia questo comportato nessun rimovimento. In questa traslazione del punto di appoggio, il piede si comporta assolutamente come la ruota che si svolge, colla sola differenza che lo svolgimento della ruota non abbisogna di cessar mai, mentre quello del piede termina a ciascun passo, e deve nuovamente ricominciare a ciascuno dei passi seguenti. Il camminare sul piede intero (nel quale si posa d' apprima il tallone) non differisce da quello sulla punta del piede (nella quale si posano le estremità anteriori del metatarso) se non perchè, nel primo caso, lo svolgimento si estende alla intiera pianta del piede, dal tallone sino alla estremità delle dita, mentre, nel secondo, è limitato alla sola parte anteriore della pianta del piede, dalla estremità anteriore del metatarso sino alla punta delle dita.

§ 100. *Quando la gamba, mentre pende liberamente dal tronco, cessa di stare in equilibrio e trovasi abbandonata alla propria sua gravità, ritorna da sè nell' equilibrio, giusta la legge cui obbedisce un pendolo, ma oltrepassa alquanto quella linea ed oscilla a guisa di un pendolo.*

Sappiamo che, nel camminare, le gambe portano alternativamente il peso del corpo, e che la traslazione di questo peso risulta dal distendersi o dall' allungarsi di ciascuna gamba nel tempo che si appoggia sul suolo. Conformemente a siffatta disposizione, la gamba che siascuna volta serve di appoggio deve rimanere indietro, e poi ricondur con se il tronco, per poter riprendere di nuovo la sua funzione di appoggio. Codesto movimento, mediante il quale ciascuna gamba, rimasta alla sua volta indietro, riporta il tronco, non è prodotto dalla forza dei muscoli, ma unicamente dalla gravità. Ciò suppone che la gamba, quando si trova sospesa liberamente al tronco, risulta capace, spinta dalla gravità, ad oscillare come un pendolo. Ma, sebbene la gamba sia articolata mobilissimamente col tronco, passano nondimeno dall' una all' altro, in quell' articolazione, fascetti muscolari tanto considerabili, di cui parecchi si fissano alla pelvi per sì estesa superficie, che potrebbesi credere

dover quei muscoli arrestare l' oscillazione del membro: il che viene smentito dalle seguenti esperienze.

Fu posta una gamba sopra un sostegno elevato, in modo che l' altra poteva rimaner sospesa liberamente al tronco senza toccare il suolo. L' alto del corpo fu piegato all' innanzi, e sostenuto dall' appoggio delle braccia sopra una base solida. Con tale attitudine, non solo acquista libertà l' articolazione dell' anca, ma anche prendono solidità il tronco e la pelvi, in cui pende la gamba. Fu messa in movimento la gamba in mezzo al maggiore rilassamento possibile di tutti i muscoli situati sull' articolazione cosso-femorale. Si osservò che, quando non riceveva essa che un solo urto, faceva poche oscillazioni e presto si poneva in riposo. Dunque, per ottenere un numero di oscillazioni che lasciasse prendere delle misure, si mantenne il movimento oscillatorio, avvertendo, ogni qualvolta la gamba attraversava la verticale dall' indietro all' innanzi, di imprimerle un piccolo acceleramento od un lieve urto, il che per nulla cangiava la durata della oscillazione. Si fece andare l' orologio a terzo in uno di tali passaggi, e lo si fermò in capo a sessanta oscillazioni.

Tavola 14. *Misura della durata di sessanta oscillazioni della gamba pendente.*

a. Essendo nuda la gamba.

Numero.	Tempo in secondi.
1	41,98
2	41,53
3	41,60
4	40,55
5	41,37
6	40,98
7	41,30
8	41,17
9	41,80
10	41.60
11	41,35
12	41,30
60 oscillazioni	41,3775
1 oscillazione.	0,6896.

b. La gamba alternativamente nuda e vestita, ad epoche assai differenti.

1	41,68	42,10	42,30	41,78	41,62
2	41,40	41,12	41,60	41,22	42,07
3	41,75	41,82	41,60		41,72
4	40,93	41,63	41,70		41,50
5	41,58				
6	41,73				
60 oscill.	41,51	41,67	41,80	41,50	41,73
1 oscill.	0,6927	0,6945	0.6967	0,6917	0,6955.

La durata della oscillazione della gamba è dunque, termine medio, $\doteq$ 0",693, e l' accordo di tutte queste esperienze prova che la forza che muove la gamba, nelle oscillazioni, è sempre la stessa, ciò che non avverrebbe se i muscoli mettessero in movimento il membro, ma che si spiega perfettamente dicendo che la sola gravità la obbliga ad oscillare.

§ 101. *La maggior velocità a cui giungere si possa, nel camminare, senza fare un eccessivo dispendio di forza muscolare, dipende dalla lunghezza delle gambe, e dalla celerità con cui, spinte dalla propria loro gravità, esse oscillano.*

La velocità del camminare dipende dal numero dei passi in un dato tempo e dalla loro grandezza. Misurammo l' uno e l' altra nel camminare quanto mai rapido. La carriera descritta nel § 90 fu percorsa a più riprese, nel minor tempo possibile, noverando i passi e misurando il tempo.

Tavola 15. *Misura della velocità nel più rapido camminare, il cammino percorso essendo di* 47 metri.

Numero dei passi.	Tempo.
53	17,57
54	18,00
56	18,20
54,5	18,18
55	18,42
54,5	18,00
54	17,92
55	18,10
54	17,77
54	18,05
54,3	18,021

Da tali esperienze risulta, per quanto concerne il più rapido camminare, che la velocità è di 2,608 metri per secondo. Non osservammo alcun minoramento della velocità nè nelle ultime esperienze di questa serie, nè ripetendole frequentemente. Tanto riposati , come stanchi , sempre ottenemmo lo stesso valore. Ora ne conclu-

diamo che sino a tantochè i muscoli hanno ancora abbastanza forza per seguire il movimento, la velocità non dipende dalla loro energia, ma dalla lunghezza delle gambe e dalla forza che agisce dal di fuori su di esse.

§ 102. *La durata di un passo, nel più rapido camminare, è pari alla semidurata di una oscillazione della gamba.*

Se dividiamo la lunghezza della carriera percorsa (47 metri) ed il tempo impiegato per percorrerla (18",021), ciascuno pel numero dei passi fatti (54, 3) otterremo la lunghezza di ciascun passo nel camminare quanto mai rapido :

Lunghezza di un passo 0m 8656
Durata di un passo . . . . . . 0" 332

Se compariamo l' ultima di queste grandezze colla durata precedentemente ottenuta d'una oscillazione della gamba, troviamo che, nel camminare quanto mai rapido, la durata di un passo risulta, salvo una piccola frazione, la metà d' una oscillazione semplice della gamba. Infatti,

La semi-durata di una oscillazione della gamba . = 0,346
La durata del passo nel più rapido camminare . = 0,332

Differenza . . = 0,014

Svanirebbe anche questa piccola differenza se la gamba si accorciasse ad ogni oscillazione, nel modo stesso che a ciascun passo.

Da tutte codeste esperienze, tanto sulla durata di una oscillazione semplice che su quella di un passo nel più rapido camminare , risulta che il rapporto dell' una all' altra era in noi quasi esattamente = 2 : 1. Per convincerne che la semplicità di questo rapporto non dipende dalla individualità, ripetemmo l' esperienza in molti soggetti : la tavola seguente contiene i risultati ottenuti.

TAVOLA 16. *Misure della durata dell' oscillazione della gamba e della minore durata del passo in differenti persone.*

Persone.	Durata dell' oscillazione.	Durata del passo.
A	0,730	0,375
B	0,662	0,337
C	0,730	0,372
D	0 680	0,340
E	0,696	0,348
F	0,746	0,341
G	0,740	0,380
H	0,690	0,370
I	0,663	0,337
K	0,678	0,345
L	0,724	0,362
M	0,463	0,374
Media.	0,7068	0,3567

§ 103. *La durata del passo, nel più rapido camminare, è alquanto minore quando appoggiamo, non il tallone, ma la pianta del piede.*

Le seguenti esperienze furono fatte come le precedenti, colla differenza però che si appoggiò la punta del piede, invece del tallone.

Tavola. 17. *Misura della durata del passo nel rapido camminare sulla punta del piede, il cammino percorso essendo di 47 metri.*

Numero dei passi.	Tempo.
61	19,70
62	20,02
62	19,87
63	20,22
62	20,28
62	20,12
62	20,021.

Donde risulta, comparando colla serie precedente:

	Il più rapido camminare sul tallone.	Il più rapido camminare sulla punta del piede.
Velocità	2, 608	2,3475
Lunghezza del passo . .	0,8656	0,758
Durata del passo . . .	0,332	0,323.

La differenza fra la durata del passo e la semi-durata di una oscillazione della gamba è dunque, nel più rapido camminare sulla punta del piede, alquanto maggiore che nello stesso camminare sul tallone, cioè:

Semi-durata di una oscillazione della gamba . .	= 0,346
Durata del passo nel più rapido camminare sulla punta del piede	= 0,323
Differenza . . .	= 0,023.

Probabilmente perchè a ciascun passo, la gamba oscillante si accorcia ancora più nel camminare sulla punta del piede che in quello sul tallone.

§ 104. *Nel camminare rapido quanto mai, il piede ondeggiante si posa perpendicolarmente e nel suo punto di sospensione al tronco, nel medesimo istante che il piede posteriore lascia il suolo.*

Dall' accordo fra la durata del passo nel più rapido camminare colla semidurata di una oscillazione della gamba, concludiamo che la prima di queste due durate viene determinata dalla seconda, poichè la gamba sollevata dal suolo all' indietro non oscilla all' innanzi se non per l' impulsione della sua propria gravità; ma, giunta alla verticale al disotto del suo punto di sospensione, l' articolazione cosso-femorale, si posa in terra, e quindi si trova arrestata nel suo movimento oscillatorio al momento in cui fa la metà della sua oscillazione. Da ciò conchiudiamo che all' istan-

te in cui la gamba anteriore si posa verticalmente in terra, giunge la posteriore al suo massimo di estensione, e che, non potendo più quind' innanzi continuare a seguire il movimento di traslazione del tronco allungandosi, essa si distacca tosto dal suolo per entrare in oscillazione, perlochè la durata di un passo, nel più rapido camminare, dev' essere pari al tempo durante il quale oscilla cadauna gamba innanzi di posarsi, esso stesso eguale alla metà della durata di una oscillazione del membro. La lieve differenza che troviamo fra la durata del passo nel più rapido camminare e la durata di una semi-oscillazione dalla gambe, quando è questa liberamente sospesa, si spiega, siccome dicemmo, colla circostanza che nell' ultimo caso, lasciamo alla gamba oscillante la lunghezza che suol prendere naturalmente tosto che si abbandona a se medesima, essendo liberamente sospesa; ma allorquando, mentre camminiamo, essa oscilla dall' innanzi all' indietro, ha d' uopo di accorciarsi per non urtar il suolo, e ciò tanto più che, giusta il § 94, l' articolazione cosso-femorale riesce alquanto più avvicinata a quest' ultimo nel camminare che nella stazione.

§ 105. *Esperienze circa l' oscillazione delle gambe fatte sopra un cadavere.*

Per avere un termine di comparazione colle nostre esperienze precedenti, fatte sul vivo, misurammo pure la durata delle oscillazioni di una gamba sul cadavere. Furono prese queste misure, le une nello stato di interezza del membro dopo dissipata la rigidezza cadaverica, le altre dopo la sezione di tutti i muscoli che passano sulla articolazione dell' anca, quando la gamba non teneva più al tronco che per i suoi legamenti, parecchie infine sopra una gamba distaccata dal tronco, e sospesa ad un filo corto che non accresceva che assai poco la durata che avrebbe avuta l' oscillazione del membro, se avesse questo potuto oscillare liberamente intorno ad un asse passante esattamente pel centro della testa del suo femore. Ecco i risultati di tali esperimenti e della loro comparazione colle esperienze precedenti sulle oscillazioni della gamba viva:

Tavola. 18. *Comparazione della durata della oscillazione della gamba sul cadavere e sul vivo.*

Numero.	Lunghezza della gamba.	Durata della metà di una oscillazione.	Dinotazione della gamba.
1	0m 831	0″ 370	Gamba disarticolata e liberamente sospesa.
2	0 866	0 371	*Ivi.*
3	0 831	0 366	Gamba separata dal tronco fino alla capsula.
4	0 831	0 355	Gamba intatta di cadavere.
5	0 860	0 346	Gamba viva, pendente ed i cui muscoli erano rilassati.
6	0 860	0 332	Gamba viva, nel camminare sul tallone.
7	0 860	0 323	Gamba viva, nel camminare sulla punta del piede

Vediamo, da questa tavola, che la durata della oscillazione delle gambe non offriva che piccolissime differenze, in mezzo a circostanze assai svariate,

quando la lunghezza del membro era all'incirca eguale. Tali differenze, cui si potevano anticipatamente prevedere, sono facili a spiegarsi. Erano esse più sensibili che in ogni altro caso quando la gamba si trovava separata dal corpo e liberamente sospesa; minori quando la gamba più non si atteneva alla cavità cotiloide che per la sua capsula, dopo la sezione delle parti molli circondanti; ancora più lievi quando la gamba morta non era stata toccata; infine meno rilevate sul cadavere. Ma, sul vivo, erano ancora minori allorchè la gamba oscillava nel camminare se non quando, tenendola pendente e rilassata, le s'imprimeva un urto per farla oscillare. Sì lievi differenze della durata delle oscillazioni dipendere dovevano dalla elasticità dei legamenti e dei muscoli che uniscono la gamba al tronco, siccome pure dalla mancanza di uniformità nell'accorciamento del membro, nè alcun motivo abbiamo di sospettare che la forza vivente dei muscoli abbia esercitata influenza in tal particolare.

Sinora non abbiamo considerato che al più rapido camminare, perchè costituisce, nelle serie dei diversi modi di progressione, un limite che dipende dalla natura stessa del camminare, e perchè la legge giusta la quale vi sono determinate la lunghezza e la durata del passo, è di gran semplicità. Ora esamineremo il camminare con celerità diverse, e vedremo in qual modo cangia il rapporto reciproco di codeste due grandezze.

§ 106. *Allorquando, naturalmente e senza sforzo, si cammina una volta lentamente, un' altra presto, non solo si fanno grandi passi nel camminare più rapido, ma anche se ne fanno di più nello stesso corso di tempo, all' opposto, quanto più si cammina lentamente, tanto più i passi che si fanno sono piccoli, e meno anche se ne fanno nel medesimo spazio di tempo. In altri termini, la lunghezza dei passi cresce in proporzione che scema la loro durata, e* viceversa.

Per fare una serie di esperienze comparabili sul camminar naturale (1), a celerità differenti, quegli che vi si voleva applicare percorreva a più riprese la carriera descritta nel § 90, prima prestissimo, indi sempre più lentamente, senza avvertir menomamente alla lunghezza ed alla durata dei suoi passi, onde non alterare per nulla il carattere naturale del camminare. Però aveva cura di noverare i passi che faceva, e, per misurare il tempo, di far andare l'orologio nel tempo che metteva a percorrere la carriera. La tavola seguente contiene il risultato d'una serie di tali esperienze. La prima colonna dà il numero dei passi; la seconda, il tempo che fu impiegato a fare il cammino; le altre tre, la durata dei passi, la lunghezza e la prestezza loro, dedotte dal calcolo. Successe il camminare posando per intero il piede sul suolo.

(1) Chiamiamo camminar naturale quello che l'uomo elegge involontariamente quando non bada ai suoi passi, e non ha altro scopo che di avvanzare. Chi, in viaggio, cammina giorni interi, va sempre così, essendo il modo che gli dà meno stanchezza. Molto può variare la velocità; però non cangia per solito senza intenzione per parte nostra.

Tavola. 19. *Esperienze sul camminar naturale, con velocità diverse, il cammino percorso essendo di 43′, 43* metri.

Numero dei passi	Tempo.	Durata dei passi.	Lung. dei passi.	Velocità
″	″	m		
51	18,12	0,335	0,851	2,397
52	20,48	0,394	0,835	2,119
54	22,55	0,417	0,804	1,928
54	24,83	0,460	0,804	1,748
55	26,38	0,480	0,790	1,646
57	28,90	0,507	0,762	1,503
60	33,70	0,562	0,724	1,288
61	34,92	0,572	0,712	1,245
65	39,27	0,604	0,668	1,106
66	41,60	0,630	0,658	1,044
69	45,72	0,663	0,629	0,949
69	46,07	0,668	0,629	0,942
73	53,02	0,726	0,595	0,819
76	57,72	0,760	0,572	0,753
82	69,40	0,846	0,530	0,627
80	68,78	0,860	0,543	0,631
88	79,67	0,905	0,493	0,545
97	93,67	0,966	0,448	0,464
101	104,68	1,030	0,430	0,417
109	114,40	1,050	0,398	0,379

Facemmo anche un' altra serie di esperienze di tal genere, colla differenza che succedeva il camminare additando il passo ad alta voce, all' incirca come si fa per una truppa che marci. Per altro, era tanto naturale e libero il camminare quando lo permetteva la cadenza così prescritta. Notasi, in tale caso: **1°**. che i passi sono alquanto più grandi che nel camminare affatto libero; 2°. che scema la loro grandezza quando cresce la loro durata, come nelle misure precedenti; 3°. che un camminare assai lento continua più regolarmente (anche per rispetto alla lunghezza dei passi) mediante la cadenza che non senza, ma che in ragione della lentezza, esige allora più sforzo il camminare. La tavola seguente contiene le misure da noi prese in tal particolare.

Tavola. 20. *Esperienze sul camminare in cadenza.*

Numero dei passi.	Tempo.	Durata dei passi.	Lung. dei passi.	Velocità.
	″	″	m	
49,3	21,50	0,436	0,881	2,020
52,3	27,17	0,519	0,831	1,598
54,7	32,35	0,592	0,794	1,342
61,7	43,57	0,706	0,704	0,997
68,8	55,08	0,801	0,631	0,789
74,2	54,02	0,863	0,585	0,678
87,1	83,72	0,961	0,499	0,519
100,5	105,16	1,046	0,432	0,443
111,5	124,00	1,112	0,390	0,350

I paragrafi precedenti dimostrarono che, nel più rapido camminare, la lunghezza di ciascun passo è quasi eguale alla metà dell' ampiezza di stendimento delle gambe accresciuta della lunghezza del piede, vale a dire di 830 a 860 millimetri (si può bensì accrescerla ancora adoprando più forza muscolare, ma qui non dobbiamo far calcolo di un mal inteso sforzo) ; essi pure provarono che la durata del passo riesce allora quasi eguale alla metà della durata della oscillazione della gamba, vale a dire che risulta quasi di 0''346. La tavola c'insegna che tale rapporto fra la lunghezza e la durata dei passi cangia in due maniere nel lento camminare, prima perchè i passi divengono più corti, poi perchè diventa più lunga la durata loro; circostanze che, entrambe, concorrono a rallentar il camminare. Perlochè se, come fu fatto nelle due tavole precedenti, collochiamo le esperienze secondo la lunghezza o secondo la durata dei passi, vediamo che, mentre le durate dei passi crescono dall'alto al basso, o formano una serie crescente, le lunghezze dei passi diminuiscono nel medesimo verso, o formano una serie decrescente.

L'oscillazione della gamba ondeggiante può cangiare in due maniere nel camminare. 1°. L'ampiezza d'escursione della oscillazione può divenire minore o maggiore, il che modifica pochissimo la durata della oscillazione. Si sa, infatti, che il pendolo descrive grandi o piccoli archi, senza che la durata delle sue oscillazioni comporti sensibile cangiamento, e ciò fa dire che tale durata pochissimo dipende dall' ampiezza delle oscillazioni. Lo stesso avviene per la gamba che oscilla. 2°. L'oscillazione della gamba può essere, nel camminare, interrotta o più presto o più tardi. Abbiamo effettivamente dimostrato che, nel camminare, la gamba non compie interamente la sua oscillazione, e la interrompe posandosi sul suolo. Per esempio, trovammo che, nel più rapido camminare, la porzione dell'arco d'oscillazione descritta dall'una o dall'altra gamba, non è che la metà dell'arco intero. Possiamo ingrandire codesta porzione, lasciando più oltre oscillare la gamba, innanzi di posarla. Le due maniere di cangiare l'oscillazione della gamba camminando vengono usate simultaneamente allorchè si cangia la velocità del camminare. La diminuzione dell'ampiezza di escursione accorcia il passo, e la cessazione più tarda dell' oscillazione, o il percorrimento di maggiore estensione dell' arco d' oscillazione, accresce da un lato la lunghezza, dall'altro la durata dei passi. Il fatto sperimentale che i passi più lenti sono più piccoli, e più grandi i più rapidi, prova dunque che l'ampiezza di escursione diminuisce, col rallentamento dei passi, più rapidamente che non cresce la porzione di arco d'oscillazione descritta dalla gamba; imperocchè, se l'ultima crescesse tanto quanto diminuisce l'altra, la lunghezza dei passi non incontrerebbe nessun cangiamento.

Osserveremo altresì che, tra le differenti maniere di camminare, che si rilevano dalla tavola precedente, le più comode erano quelle in cui la durata dei passi si estendeva da mezzo secondo a due quinti di secondo. Il molto maggiore comodo che distingue codeste maniere di camminare sembra avere principalmente la sua causa nel movimento simultaneo delle braccia. Si sa che, perchè non sia aspro e difficile il camminare, conviene che le braccia descrivano in pari tempo piccoli archi, quello dal lato sinistro accompagnando la gamba destra sui suoi movimenti, e quello dal lato destro la gamba sinistra. Il tronco viene mantenuto in equilibrio da quel movimento delle braccia nel camminare, e si evita così uno sforzo muscolare che senza di ciò diverrebbe indispensabile. Perlochè facemmo, su molti uomini, ed anche sul cadavere, delle esperienze relativamente al rapporto esistente fra la durata della oscillazione delle braccia e quella dell'oscillazione delle gambe, e trovammo, con grande accordo, che la durata di una oscillazione semplice del braccio, pendente sempre dritto, è all'incirca di 0''63, che quella di una oscillazione semplice del

braccio piegato ad angolo retto nell'articolazione del cubito è di 0″55; d'onde risulta che le maniere più comode di camminare sono quelle in cui le braccia possono accompagnare oscillando la gamba camminante, senza aver d'uopo di essere messe in movimento dalla forza muscolare.

§ 107. *Esperienze sulla durata dell' oscillazione delle gambe nel camminare.*

Le esperienze riferite nei paragrafi precedenti provano che la durata dei passi diviene maggiore nel lento camminare, ed attribuimmo tale fenomeno alla oscillazione più a lungo della gamba innanzi che la sua oscillazione venga interrotta dal suo appoggio sul suolo. Per giustificare la nostra spiegazione, cercammo di misurare il tempo nel quale oscilla una gamba a ciascun passo. Se vuolsi misurare, non l'intera durata d'un passo, ma soltanto la porzione di tale durata mentre oscilla una gamba, non si può, come quando si tratta della durata dei passi, misurare insieme una serie di quei tempi, e dedurre col calcolo la durata di cadauno: non succedendosi immediatamente quei tempi, è forza misurarli ciascuno a parte. Ma, anzichè misurare essi stessi, misurammo ciò che aggiunger conviene per compiere la durata d'un passo doppio; dopo di che, essendo nota questa durata, nulla è più facile del trovar quella del tempo di cui si tratta. Nella durata di un passo doppio, la gamba oscilla una volta ed una volta si posa, ed il tempo nel quale oscilla, unito a quello nel quale si posa, compie per conseguenza la durata di un passo doppio. Per misurare il tempo nel quale si posa la gamba, l'orologio a terzi (tav. XVII, fig. 2) fu introdotto in un ceppo di legno massiccio (a, b, c, d), in modo da lasciarne avanzare la testa, su cui bastava esercitare una pressione perchè andasse lo strumento. Quel ceppo fu conficcato nel suolo, e messo in movimento l'oriuolo, durante il camminare, mediante l'appoggio del piede sul suo fusto; esso continuava ad andare sino a che si levava il piede. Si trova il tempo nel quale si appoggia il piede osservando lo stato dell'orologio prima e dopo. Però, onde evitare che, per l'effetto dello stendimento del piede, non si fermasse l'orologio se non al momento in cui la gamba si distaccasse dal suolo, non posammo il piede immediatamente sul fusto medesimo che lo faceva entrare in azione, ma sopra una lunga e sottile asse, applicata su quel fusto, il quale, così, rimaneva abbassato fino a che il piede posava sull'asse. Mediante un secondo orologio a terzi, contammo, come precedentemente, il tempo impiegato a percorrere l'intera carriera, e noverammo parimente i passi, onde potere, da questi due dati, determinare ogni volta la durata e la lunghezza dei passi. Come nelle altre esperienze, incominciammo dai più rapidi passi, e passammo gradatamente ad altri più lenti. Ecco i risultati di tali misure.

Tavola 21. *Esperienze sul tempo nel quale posa la gamba, a differenti velocità del camminare* (1).

Durata dei passi.	Lunghezza dei passi.	Velocità.	Durata dell'appoggio.
″	m		″
0,344	0,790	2,30	0,341
7,376.	0,801	2,14	0,400
0,429	0,755	1,76	0,484
0,423	0,657	1,27	0,570
0,742	0,659	0,89	0,817

Da ciò si deduce il quadro seguente sul rapporto tra la durata dei passi ed il

(1) In tali esperienze, il piede non fu posato sul suolo che nella estremità anteriore del metatarso.

tempo dell'appoggio e dell'oscillazione di una gamba, in un passo doppio, per modi di camminar assai diversi:

Durata del passo. "	Durata dell' appoggio. "	Durata della oscillazione. "
0,344	0,341	0,347
0,476	0,400	0,352
0,429	0,484	0,374
0,523	0,570	0,476
0,742	0,817	0,667

Risulta da queste esperienze che il tempo nel quale la gamba oscilla è minore nel camminare più rapido che in ogni altro, ed eguale alla metà della durata dell'oscillazione della gamba; che cresce tanto più quanto più lentamente si cammina; che, per conseguenza pure, la porzione dell' arco d' oscillazione percorsa dalla gamba supera tanto più la metà dell' intero arco quanto più lentamente si cammina.

Lo stesso risulta da un' altra serie di esperienze, che fatte avevamo collo scopo medesimo in un' altra epoca, e che riuniamo nella tavola seguente.

Tavola 22. *Esperienze sul tempo nel quale posa la gamba. a differenti velocità del camminare.*

Durata dei passi. "	Lunghezza dei passi. m	Velocità	Durata dell' appoggio. "
0,317	0,820	2,587	0,317
0,430	0,740	1,721	0,513
0,463	0,712	1,537	0,504
0,582	0,621	1,067	0,692
0,660	0,562	0,851	0,782

donde si deduce il rapporto seguente fra i tempi, nei quali la gamba posa ed oscilla.

Durata dei passi "	Durata dell' appoggio. "	Durata dell'oscillazione. "
0,317	0,317	0,317
0,430	0;513	0,347
0,463	0,504	0,422
0,582	0,694	0,472
0,660	0,782	0,538

§ 108. *Il rapporto naturale della durata dei passi alla loro lunghezza può a voglia essere cangiato, ma i cangiamenti stanno contenuti in certi limiti.*

Giusta il paragrafo 106, intendiamo per camminare naturale quello che succede quando non vi avvertiamo affatto. Vedemmo che, in siffatto camminare, può esservi una velocità quando più, quando men grande, ma che ciascuna velocità porta un particolare rapporto della durata del passo alla sua lunghezza, e che tale rapporto è differentissimo quando è differentissima la velocità. Benchè ora sappiamo che il camminare naturale dell' uomo varia molto secondo gl' individui, e che assai di rado si trovano due nel cui camminar naturale i passi si somigliano perfettamente per la lunghezza e la durata, sappiamo benissimo egualmente che, di due o più uomini che camminano insieme, può l'uno, con molta facilità, addattare il suo passo a quello dell' altro; cosicchè le truppe esercitate fanno assai agevolmente, mediante la cadenza indicata dal tamburo o dalla musica, passi eguali in grandezza ed

in durata. Si tratta dunque di trovare i limiti entro i quali può il meccanismo del camminare modificare la durata dei passi, quando è prescritta la loro lunghezza. Per trovare questi limiti esperimentalmente, abbisognammo di una disposizione che regolasse la lunghezza dei passi, e che potesse far sì che essi risultassero sempre egualmente grandi. A tale effetto, stabilimmo delle misure nello spazio situato nel principio della carriera, e vi indicammo con segni suscettibili d' essere rimossi, la grandezza dei passi che volevamo fare. Fatto un certo numero di passi d' una data lunghezza, egli è facilissimo e naturale il continuare nello stesso modo di camminare. Potevamo dunque così attenderci che giunto al principio della carriera il camminatore facesse senza sforzo, in tutta la lunghezza di questa, passi della prescritta dimensione. Avendo allora misurate delle lunghezze di passi dalla più grande alla più piccola, percorremmo la carriera, con ciascuno dei passi di quella lunghezza, due volte almeno, la prima facendo i passi successivi colla maggiore velocità possibile e la seconda volta facendoli colla maggiore possibile lentezza. In tal modo ottenemmo due serie di misure, che fanno conoscere la durata dei passi per cadauna lunghezza di passi prescritta.

TAVOLA 23. *Esperienze sulla più breve durata che possono avere i passi di lunghezza prescritta, lo spazio percorso essendo di 43, 43 metri.*

Lunghezza di passi prescritta. m	Durata del passo.	Tempo. "	Più breve durata del passo. "	Vera lung. del passo. m	Velocità.
0,820	31	15,88	0,311	0,851	2,736
	54	16,63	0,308	0,804	2,612
	53	17,48	0,330	0,820	2,485
	53	17,65	0,333	0,820	2,461
	54	18,37	0,340	0.804	2,364
0,760	56	18,50	0,330	0,775	2,348
	57	19,80	0,347	0,762	2,193
	57	19,70	0,352	0,775	2,205
	56,5	19,52	0,339	0,755	2,225
0,720	59	19,48	0,330	0,736	2,230
	59	19,10	0,324	0,736	2,274
	62	20,17	0,325	0,700	2,153
	61	20,03	0,328	0,712	2,163
0,620	69	22,40	0,325	0,630	1,939
	78	22,20	0,327	0,638	1,956
	72	23,83	0,331	0,603	1,823
	71	21,20	0,300	0,612	2,049
0,520	83	29,27	0,353	0,523	1,484
	80	27,12	0,339	0,543	1,601
	83	27,12	0,327	0,523	1,601
	81,5	26,58	0,326	0.533	1,634
0,420	106	34,20	0,323	0,410	1,270
	101	32,33	0,320	0,430	1,343

Una serie analoga di esperienze fatte in altro tempo diede i seguenti risultati:

Lunghezza prescritta del pas. m	Numero dei passi.	Tempo. ″	Più breve durata del passo. ″	Vera lung. del passo. m	Velocità.
0,860	49,7	16,24	0,326	0,873	2,674
0,820	53,3	16,16	0,303	0,815	2,690
0,720	60	18,60	0,311	0,725	2,331
0,620	69	21,25	0,309	0,632	2,045
0,520	82	24,74	0,302	0,530	1,755
0,400	109	3 ,62	0,300	0,397	1,323

Sebbene in tali esperienze la grandezza dei passi fosse caduta da 873 millimetri a 397, la durata del passo rimase quasi la stessa, e fu sempre quasi eguale alla metà della durata della oscillazione della gamba; donde risulta che, in queste esperienze, l'ampiezza di escursione della gamba oscillante era bensì scemata, il che produsse l'accorciamento dei passi, ma che la gamba oscillante non perciò percorse sempre una eguale porzione del suo arco intero di oscillazione, innanzi di posarsi a terra, vale a dire la metà, che è la minor porzione di codesto arco cui percorrer deve nel camminare.

La tavola seguente contiene le esperienze in cui la carriera fu percorsa colla maggior lentezza possibile, nella lunghezza prescritta del passo, ma in modo però che mai vi fosse pausa tra due passi, e che il corpo si portasse sempre all'innanzi.

Tavola 24. *Esperienze sulla maggiore durata che possono avere i passi di una prescritta lunghezza. lo spazio percorso essendo di 43,43 metri.*

Lunghezza prescritta del passo. m	Numero dei passi.	Tempo. ″	Maggiore durata del passo. ″	Vera lung. del passo. m	Velocità
0,800	54	46,68	0,865	0,804	0,930
	55	47,27	0,860	0,790	0,919
0,700	63	61,63	0,978	0,690	0,705
	63	61,22	0,972	0,690	0,709
0,600	70,5	77,32	1,097	0,616	0,562
	74	78,20	1,057	0,587	0,555
	73,5	77,88	1,060	0,591	0,558
	71	74,32	1,047	0,612	0,584
0,500	84,5	96,78	1,145	0,514	0,449
	82	92,42	1,127	0,530	0,470
	87	98,58	1,133	0,500	0,441
0,400	101	125,37	1,241	0,430	0,346
	102	130,90	1,284	0,426	0,332
	109	120,75	1,180	0,400	0,360
	105	126,38	1,203	0,414	0.336.

Questa serie di esperienze somiglia alla precedente, colla differenza che, in quest'ultima, la porzione dell'arco intero d'oscillazione che la gamba pendente

percorreva innanzi di posarsi, era piccola quanto mai, la metà soltanto dell'arco, mentre era qui quanto mai grande, e molto si avvicinava all' intero arco. La durata del passo è dovunque maggiore della durata della oscillazione intera della gamba (= 0'' 694), il che da ciò dipende che, avendo la gamba oltrepassato il tronco, facendo più della metà della sua oscillazione, il tronco è obbligato di ricondurla subito l' istante dopo; ma il piede posteriore non può lasciare il suolo prima che sia stato prodotto tal effetto, cosicchè le gambe si trovano per qualche tempo ambedue ad un tempo sul suolo, il che rende la durata del passo più lunga di quella dell' oscillazione della gamba, sebbene la gamba non faccia qui neppure una intera oscillazione.

§ 109. *Rappresentazione grafica delle nostre esperienze.*

Volendo far meglio comprendere la regolarità onde il rapporto della lunghezza del passo alla sua durata cangiava nelle serie precedenti di esperienze, abbiamo, per cadauna di queste, rappresentate le lunghezze e le durate corrispondenti del passo in un disegno lineare. Le diverse lunghezze di passi, ridotte al decimo, furono segnate come ascisse, e le durate corrispondenti di passi (la seconda essendo rappresentata da 0m, 100) furono stabilite, come coordinate, ad angolo retto sui punti terminali delle ascisse. La legge, giusta la quale cangia il rapporto di queste due quantità, apparisce dunque sotto la forma di una curva, che unisce insieme i punti terminali di tutte le coordinate. Nella figura 22 (tav. XVII), *a* è il principio della linea d' ascisse, *ab*, *ac*, *ad*, e via dicendo, sono le lunghezze di passi ridotte al decimo; *bb'*, *cc'*, *dd'*, ed altre, sono le durate di passi corrispondenti (rappresentata la seconda da 0m., 100). La curva *b'*, *c'*, *d'*, ... rappresenta la legge, secondo la quale cangia il rapporto della lunghezza dei passi alla loro durata. L' accrescimento della durata del passo, secondo che diminuisce la sua lunghezza, è figurato dall' ascensione della curva. Siccome questa curva ascendente si avvicina ad una linea retta, così è prova che i cangiamenti corrispondenti della lunghezza e della durata dei passi sono quasi proporzionali l' uno all' altro. Nella figura 23, che rappresenta le più brevi durate del passo per passi di prescritta lunghezza, vediamo, all' opposto, che la curva sta quasi parallela alla linea d' ascisse, perchè tutte le durate dei passi sono quasi eguali tra loro. La figura 24 offre le tre curve segnate sopra una medesima linea d' ascisse, il che dimostra i limiti entro i quali il camminare dell' uomo può modificarsi sotto l' influenza della volontà. La curva rappresentante il camminar naturale attraversa diagonalmente il mezzo di quello spazio, cosicchè molto si avvicina, nel principio, ad una delle linee serventi di limite, ed, alla estremità, all'altra linea servente del pari di limite.

§ 110. *Esperienze relativamente al camminare sulle estremità anteriori del metatarso.*

I paragrafi precedenti furono dedicati al camminare nel quale si posa la intera superficie del piede sul suolo; ora esamineremo quello in cui non si posano che le estremità anteriori del metatarso. Tale modificazione del camminare è meno naturale, e l' avremmo esclusa dalle nostre ricerche, se il modo particolare onde vi si posa il piede non fosse naturale nella corsa, cosicchè stabilire non puossi diretta comparazione fra la corsa ed il camminare, se non quando si eseguisca quest'ultimo del pari sulla punta del piede. Abbiamo dunque eseguito su questa delle serie di esperienze analoghe a quelle che concernono il camminare su tutta la pianta del piede.

Tavola 25. *Esperienze relativamente al camminare naturale sulla estremità anteriore del metatarso, con velocità diverse* (1), *la carriera percorsa essendo di* 43, 43 *metri.*

Num. dei passi.	Tempo. ″	Durata dei passi. ″	Lung. dei passi. m	Velocità.
54	18,07	0,335	0,804	2,402
54,7	19,00	0,347	0,794	2,288
55	19,72	0,359	0,790	2,201
55	20,72	0,377	0,790	2,096
59	23,53	0,399	0,736	1,845
60	25,75	0,429	0,724	1,688
61	28,13	0,461	0,712	1,545
65	32,67	0,502	0,668	1,331
67	36,05	0,538	0,648	1,205
69,5	40,05	0,576	0,625	1,085
77	46,55	0,604	0,564	0,934
85	55,95	0,658	0,511	0,776
85	56,87	0.669	0,511	0,764
94	70,25	0,747	0,462	0,619.

Tavola 26. *Esperienze sulla più breve durata che possono avere i passi, nel camminare sulla estremità anteriore del metatarso, essendo prescritta la loro lunghezza, e la carriera percorsa essendo di* 43, 43 *metri.*

Lung. prescritta del passo. m	Numero dei passi.	Tempo. ″	Più breve durata del passo. ″	Vera lung. del passo. m	Velocità.
0,830	53	16,27	0,307	0,819	2,668
	52	16,12	0,310	0,835	2,694
	52	16,27	0,313	0,835	2,668
0,076	56	17,30	0,309	0,776	2,511
	56,5	18,05	0,320	0,769	2,403
	56	17,67	0,316	0,776	2,456
	59	19,13	0,324	0,736	2,272
	58	17,88	0,308	0,749	2,432
0,700	59	18,55	0,315	0,736	2,337
	61	18,95	0,311	0,712	2,289
	61	19,22	0,315	0,712	2,260
	61	19,60	0,321	0.712	2,218
0,600	73	23,67	0,324	0,595	1,836
	68	22,45	0,330	0,639	1,936
	70	22,68	0,324	0,620	1,914
	71	22,88	0,322	0,612	1,901
0,500	84	27,72	0,330	0,517	1,567
	78	25,23	0,324	0,557	1,719
	83	26,60	0,321	0,523	1,629
0,400	103	32,72	0,318	0,422	1,327
	105	34,00	0,324	0,414	2,265.

(1) Sebbene il camminare sulle estremità anteriori del metatarso sembri essere

Tavola 27, *esperienze sulla più lunga durata che i passi possono avere, nel camminare sulla estremità anteriore del metatarso, essendo prescritta la loro lunghezza, e la carriera percorsa essendo di 43, 43 metri.*

Lung. prescritta del passo. m	Numero dei passi.	Tempo. "	Più breve durata del passo. "	Vera lung. del passo. m	Velocità
0,800	52	35,88	0,690	0,835	1,210
	53	37,03	0,704	0,820	1,165
	56	34.37	0,614	0,775	1,262
0,720	61	52,00	0,852	0,712	0,836
	61	53,90	0,883	0,712	0,806
	59	51,20	0,867	9,736	0,849
0,680	63	57,47	0,912	0,689	0,756
	63,4	59,80	0,942	0,684	0,726
	63,5	60,73	0,956	0,684	0,715
0,500	73	75,20	1,030	0,595	0,578
	72	73,78	1,025	0,603	0,588
	72,5	77,20	1,065	0,599	0,562
	71	74,42	1,048	0,612	0,584
0,520	82	97.65	1,191	0,529	0,444
	82	95,27	1,162	0,529	0,455
	84,5	97,40	1,152	0,514	0,446
0,430	101	128,27	1,270	0,430	0,339
	100	120,60	1,286	0,434	9,337

Vediamo con tali esperienze, siccome pure mediante la fig. 25 (tav, XVII), la quale ne offre la rappresentazione grafica, che regna tra di esse lo stesso accordo come tra quelle che tendevano al camminare su tutta la superficie del piede. Ma il camminare sulle estremità anteriori della dita dei piedi differisce da questo , in quanto *non vi si estende il piede sul suolo che per una porzione molto più piccola della sua superficie, e generalmente la lunghezza dei passi vi riesce minore di tutta l' estensione della superficie del piede che non si stende sul suolo.* Infatti, se confrontiamo insieme le serie corrispondenti dei due modi di camminare , per esempio i due naturali, vediamo quando entrambi sono rappresentati graficamente sopra una stessa linea di ascisse, come nella fig. 26 (tav. XVII), che non coincidono esse, ma che le curve che le rappresentano procedono quasi parallelamente l' una a lato dell' altra. Perlochè, se consideriamo dei punti situati allo stesso elevamento nelle due serie, troviamo che la loro distanza orizzontale (la differenza

meno naturale di quello su tutta la superficie del piede , pure qui adopriamo l'epiteto di naturale , per fare principalmente intendere che eseguendolo non si bada nè alla grandezza dei passi , nè alla loro durata, nè, in generale , per quanto è possibile, a sè stesso ed ai proprii movimenti. È facilissimo , nel camminare sul piede intero, a cui si sia avvezzo, il distogliere a lungo il proprio pensiero dai movimenti del corpo, ma la cosa presenta maggiori difficoltà nel camminare sullo punta del piede , e fa d' uopo di alquanto esercizio per abituarvisi.

delle ascisse per coordinate eguali) rimane quasi la medesima in tutta la serie, e che riesce, termine medio, di 100 millimetri (10 nella figura), donde risulta che, nel camminare sulla intera superficie del piede, i passi sono sempre più lunghi che non quelli del camminare sulla estremità anteriore del metatarso, di tutta la porzione della superficie del piede che qui non si distende, ma che gli altri rapporti non sono sensibilmente modificati da tale circostanza.

ARTICOLO II.

DELLA CORSA

§ 111. *In che la corsa differisca dal camminare.*

Vedemmo che il camminare dell' uomo si compone di passi, i quali essi stessi possono essere divisi in un tempo, nel quale il corpo non tocca il suolo che con una gamba sola, ed in un altro tempo in cui lo tocca con entrambe. In conseguenza, il corpo è costantemente sostenuto nel camminare. Siffatta circostanza rende possibile che la forza di stendimento dell' una o dell' altra gamba, o di ambedue ad un tempo, agisca di continuo inversamente dalla gravità, di cui l' azione si esercita verticalmente, e dalla resistenza, la cui azione si esercita orizzontalmente, donde risulta che tutte le forze che agiscono sul corpo si fanno equilibrio, e che il movimento del corpo nel verso orrizzontale può essere uniforme. Nella corsa, all' opposto, non è sempre sostenuto il corpo: periodicamente si distacca dal suolo, ed ondeggia liberamente nell' aria per un breve spazio di tempo. Qui, del pari che nel camminare, lo stato, nel quale la gamba si puntella, e quello in cui si trova sospesa in aria alternano insieme per ciascun membro, e si osserva una successione di tempi eguali, i passi, nei quali le gambe eseguiscono alternativamente gli stessi movimenti. Come nel camminare, parimente dopo la durata di due passi (di un passo doppio), la medesima gamba ricomincia gli stessi movimenti. Ma nel camminare, il corpo è sempre portato da una gamba o da entrambe, ed il tempo nel quale una gamba si puntella, è assai lungo; più lungo di quello in cui ondeggia ; nella corsa, all' opposto, è brevissimo tale tempo, più breve di quello in cui la gamba oscilla. Siccome, in questo modo di progressione, il corpo, lanciato dal basso all' alto, ondeggia qualche tempo nell' aria tra l' appoggio di una gamba o quello dell' altra, così dare si può ai passi che allora succedono il nome di salti, e dividere ciascuno di essi in un tempo nel quale il corpo è sostenuto da una gamba, ed un tempo in cui non è sostenuto nè dall' una nè dall' altra, vale a dire ondeggia nell' aria. Da ciò pure deriva che la legge, giusta la quale la forza di stendimento opera la progressione nel camminare, non potrebbe applicarsi alla corsa, e che vi deve incontrare una modificazione essenziale. Nel camminare la forza di stendimento era moderata quanto mai, talchè la sua porzione verticale sollevasse bensì il peso del corpo, ma non gl' imprimesse un movimento ascendente. Nella corsa, il corpo non ha alcun sostegno per una parte di ciascun salto, e nulla, in quello spazio di tempo, agisce inversamente dalla sua gravità ; deve dunque allora cadere. Ma, perchè sempre più non si abbassi nei salti successivi, il che finirebbe col farlo cadere a terra, deve esso, nel primo momento, quando è sostenuto da una delle gambe, tanto elevarsi quanto lo farà abbassare la gravità nel seguente, per non discendere al disotto della linea orizzontale, al disopra della quale si era prima innalzato. La forza di stendimento differisce dunque, nella corsa, da ciò che risulta nel camminare, in quanto non agisce in modo continuo sul corpo, ma non fa che comunicargli periodicamente uno slancio.

§ 112. *Quando i passi acquistano, nella corsa, la stessa lunghezza come nel più rapido camminare, la loro durata è quella che hanno in quest'ultima, cioè uguaglia la durata d' una semi-oscillazione della gamba.*

Per ottenere, nei differenti modi possibili di correre, un numero corrispondente al camminare il più rapido, rallentammo la nostra corsa sino a che abbisognasse, onde percorrere la carriera pecedentemente descritta, lo stesso numero di passi come in questa ultima. Fu misurato il tempo in queste esperienze, come nelle precedenti. La seguente tavola ne presenta i risultati:

Tavola 28. *Della corsa colla velocità del più rapido camminare sulle estremità anteriori del metatarso, la carriera percorsa essendo di 47 metri.*

Num. dei passi.	Tempo.	Durata. dei passi.	Lung. dei passi.	Velocità
	″.	″.	m	
61	20,60	0,327	0,747	2,285
62,5	20,42	0,327	0,752	2,300
61	19,75	0,324	0,770	2,377
62	20,03	0.323	0,758	2.347
63	20,60	0,327	0,747	2,285
61	19,75	0,324	0,770	2,337
Medio 62,08	20,192	0,325.	0,757	2,327.

Comparando queste esperienze con quelle registrate nel § 113, concernenti il camminare rapido quanto mai sulle estremità anteriori delle ossa del metatarso, si vede che, pel caso particolare in cui i salti della corsa hanno la stessa lunghezza dei passi del più rapido camminare, anche la loro durata si accorda con quella di codesti ultimi.

	Estensione del salto o lung. del passo.	durata del salto o del passo	Velocità.
Nella corsa	0m 757	0″ 325.	2,327
Nel più rapido camminare .	0 758.	1 323	2,347.

Da tale accordo fra codesti due casi del camminare e della corsa, e dallo accordo di entrambi, relativamente alla durata del loro passo, colla metà della durata della vibrazione della gamba liberamente sospesa, concludiamo che, nella corsa la gamba pendente si trova spinta all' innanzi, non, come nel camminare, dalla forza muscolare, ma, al pari di un pendolo, dalla propria sua gravità: ne concludiamo pure che, come nel più rapido camminare, non fa che una semi-oscillazione, e si posa sul suolo nel momento preciso in cui arriva alla verticalità; ne concludiamo infine che l' altra gamba, all' opposto abbandona il suolo nell' istante preciso in cui lo lascia quella. Ma ne caviamo quest' altra conclusione che, nella corsa colla velocità del più rapido camminare, lo istante in cui il corpo ondeggia nell' aria a ciascun passo è = 1, o che il corpo, in questo caso particolare, non arriva ad oscillare liberamente, appunto come osservammo egualmente, nel camminare il più rapido, che le due gambe non sostengono mai simultaneamente il corpo, o che il tempo nel quale è sostenuto il corpo, a ciascun passo dalle due gambe = 1.

§ 113. *Nella corsa più rapida, l' arco di oscillazione o l' ampiezza di allunga-*

mento della gamba oscillante è ingrandito, ma la gamba descrive sempre una parte eguale di questo arco, vale a dire la metà dell' arco intero d'oscillazione.

Studiando il camminare lento trovammo, da un lato che la gamba oscillante descrive archi d'oscillazione più piccoli, d'altro lato che ne descrive più della metà innanzi di posarsi sul suolo. Il rallentamento del camminare era dunque sempre doppio, prodotto da una parte dal accorciamento dei passi, dall' altra dall' accrescimento della loro durata, e quest' ultimo stesso dipendeva in parte dal posarsi delle due gambe più a lungo insieme, in parte anche dallo essere descritta una maggior porzione dell'arco di oscillazione. Nella corsa, all' opposto, la gamba oscillante descrive sempre la medesima porzione del suo arco d' oscillazione, vale a dire la metà si corra presto o lentamente. Ora presenteremo primieramente le nostre esperienze fatte in differenti tempi, sulla corsa con velocità diverse, facendoci poi ad esaminare come si trovino con ciò confermate le nostre asserzioni.

TAVOLA. 29. *Sulla corsa a velocità differenti, lo spazio percorso essendo di 43', 43 metri.*

	Numero dei passi.	Tempo.	Durata del passo.	Lung. del passo.	Velocità.
	28	6,90	0,247	1,551	6,20
	26	6,62	0,254	1,670	6,56
	27	7,00	0,259	1,608	6,20
	28	7,75	0,277	1,551	5,60!
	29	8,28	0,285	1,497	5,245
	31	8,80	0,284	1,401	4,93
Medio (1).	28,17	7,56	0,268	1,542	5,745
	35	10,12	0,289	1,241	4,29
	33,5	9,88	0,295	1,293	4,40
	33	9,72	0,295	1,315	4,47
Medio.	33,83	9,91	0,293	1,284	4,383
	35	10,18	0,291	1,244	4,27
	37,5	11,28	0,201	1,158	3,85
	37,5	11,40	0.304	1,158	3,81
	35,5	10,73	0,302	1,223	4,05
	35,5	10,80	0,304	1,223	4,02
	34,5	10,40	0,301	1,259	4,17
Medio.	35,92	10,80	0,301	1,209	4,021
	38	11,87	0,312	1,143	3,66
	38,5	12,28	0,319	1,128	3,54
	38	11,83	0,311	1,143	3,67

(1) I tre ultimi medii furono calcolati giusta i primi due.

	Numero dei passi	Tempo.	Durata del passo.	Lung. del passo.	Velocità
Medio.	38,17	11,99	0,314	1,138	3,623
	42	13,10	0,312	1,034	3,315
	43	13,72	0,319	1,010	3,166
	43	13,98	0,325	1,010	3,106
Medio.	42,67	13,60	0,319	1,018	3,194
	45,5	14,42	0,317	0,954	3,012
	44	14,38	0,327	0,987	3,020
	45	14,62	0,325	0,970	2,971
	47	15,40	0,328	0,924	0,820
	47	15,48	0,329	0,924	2,806
	49	16,23	0,331	0,886	2,676
	48	15,68	0,327	0,905	2,770
Medio.	46,5	15,173	0,326	0,934	2,866
	52	16,40	0,315	0,835	2,648
	52,5	16,88	0,322	0,827	2,573
	53	16,77	0,316	0,819	2,547
	53,5	16,98	0,317	0,812	2,558
	54	17,05	0,316	0,804	2,547
	53	16,78	0,317	0,819	2,588
Medio.	53	16,81	0,317	0,819	2,584
	60	18,32	0,305	0,724	2,371
	60	18,23	0,304	0,724	2,382
	59	17,57	0,298	0,736	2,472
	58	17,70	0,305	0,749	2,454
	62	18,80	0,303	0,700	2,310
	63	19,12	0,303	0,639	2,371
	62	18,78	0,303	0,700	2,313
	60	18,30	0,305	0,724	2,373
Medio.	60,5	18,35	0,303	0,718	2,367
	74	22,50	0,304	0,587	1,930
	70	24.40	0,306	0,620	2,029
	72	21,62	0,300	0.600	2,009
	69	21,13	0,306	0,630	2,055
	71	21,75	0,306	0,610	1,997
Medio.	71,2	21,68	0,304	0,610	2,003
	88	26,75	0,315	0,494	1,624
	83	25,05	0,302	0,523	1,734
	81	24,72	0,305	0,536	1,757
	83	25,28	0,305	0,523	1,718

Num. dei passi.		Tempo.	Durata dei passi.	Lung. del passo.	Velocità.
Medio.	83,75	25,45	0,304	0,519	1,706
	105	32,22	0,307	0,414	1,348
	105	31,84	0,303	0,414	1,365
	103	31,48	6,304	0,424	1,380
Medio.	104,33	31,84	0,305	0,416	1,364
	135	40,48	0,299	0,329	1,073
	135	41,10	0,299	0,329	1,057
	143	42,90	0,300	0,304	1,012
Medio.	137,7	41,49	0,301	0,315	1,047

Tavola 30. *Sulla corsa con velocità diverse, lo spazio percorso essendo di 43, 43 metri.*

		"	"	m	
	47	15,07	0,321	0,924	2,881
	47	15,13	0,322	0,924	2.870
	49	15,87	0,324	0,886	2,737
	47	15,83	0,326	0,924	2,833
	48	15,28	0,318	0,905	2,842
Medio.	47,6	15,36	0,323	0,912	2,828
	54	17,42	0,323	0,804	2,493
	53	16,90	0,319	0,820	2,570
	54	17,18	0,318	0,804	2,528
	52,5	16,60	0,316	0,827	2,616
	55	17,40	0,317	0,790	2,496
Medio.	53,7	17,10	0,318	0,809	2,540
	60	19,20	0,320	0,724	2,262
	59	18,92	0,321	0,736	2,295
	63	20,17	0,320	0,690	2,153
	62	19,32	0,312	0,700	2,248
	62	19,37	0,312	0,700	2,242
	61	19,27	0,316	0,712	2,254
Medio.	61,17	19,375	0,317	0,710	2,242
	71	22,48	0,317	0,612	1,932
	71	22,48	0,317	0,612	1,932
	71	22,52	0,317	0,612	1,9285
Medio.	71	22,49	0,317	0,612	1,931
	84	26,60	0,317	0,517	1,633
	85	26,97	0,317	0,511	1,610
	81,5	25,77	0,316	0,533	1,685

Num. dei passi.		Tempo	Durata del passo.	Lung. del passo.	Velocità.
		"	"	m	
Medio.	83,5	26,345	0,317	0,520	1,642
	106	33,12	0,312	0.410	1,311
	92	28,72	0,312	0,472	1,512
	105	33,63	0,314	0,414	1,315
Medio.	101	41,02	0,313	6,430	1,374
	138	41,02	0,312	0,315	1,009
	131	40,47	0,309	0,331	1,073
	150	46,40	0,309	0,290	0,936
Medio.	139,7	43,297	0,310	0,311	1,003

TAVOLA. 31. *Sulla corsa con velocità diverse, lo spazio percorso essendo di* 43, 43 *metri.*

		"	"	m	
	27	7,00	0,259	1 609	6,204
	26	6,88	0,264	1,670	6,312
	25	6,42	0,257	1,737	6,765
	25	6,12	0,245	1,737	7,097
	26	6,90	0,265	1,670	6,294
	27	7,23	0,268	1,609	6,007
	26	7,10	0,277	1,670	6,117
Medio.	26	6,807	0,262	1,670	6,380
	31	8,43	0,372	1,401	5,152
	29	8,00	0,276	1,498	5,429
	30	8,35	0,278	1,448	5,201
Medio.	30	8,26	0,275	1,448	5,258
	31	8,50	0,271	1,401	5,109
	32	8,97	0,280	1,360	4,842
	33	9,50	0,270	1,316	4,572
Medio.	32	8,99	0,281	1,357	4,831
	34,5	10,08	0,304	1,260	4,308
	34	10,00	0,294	1,277	4,343
Medio.	34,25	10,04	0,293	1,268	4,326
	39	11,48	0,294	1,113	3,783
	38	11,40	0,305	1,143	3,810

Num. dei passi.		Tempo ″	Durata del passo. ″	Lung. del passo. m	Velocità.
Medio.	38,5	11,44	0,297	1,128	3,796
	42	12,83	0,305	1,034	3,385
	41	12,68	0,309	1,059	3,425
Medio.	41,5	12,755	0,307	1,046	8,404
	45	13,88	0,309	0,965	3,129
	45,5	14,40	0,321	0,952	3,016
Medio.	45,25	14,14	0,313	0,960	3,072
	46	13,63	0,296	0,844	3,186
	51	15,58	0,305	0,852	2,787
	51	15,50	0,304	0,852	2,802
	48	14,60	0,314	0,904	2,975
	50	15,12	0,302	0,868	2,872
Medio.	49,2	14,89	0,303	0,883	2,585
	55	16,80	0,306	0,790	2,585
	60	19,98	0,333	0,724	2,174
	57	17,42	0,306	0,762	2,493
Medio.	57,33	18,07	0,315	0,758	2,404.

Da tutte codeste esperienze risulta che, mentre la lunghezza del passo può divenir grandissima nel corso, poco cangia la sua durata, e sempre riesce quasi eguale alla durata della metà di una oscillazione, giacchè la maggiore differenza rinvenuta era:

$$= 0,0612 \left\{ \begin{array}{l} 0,2618, = \text{la durata del salto.} \\ 0,323, \ = \text{la durata di una semi-oscillazione.} \end{array} \right.$$

Ma queste leggiere differenze nella durata del passo durante la corsa sono precisamente ciò che devono essere, perchè, nella corsa, le due gambe oscillano simultaneamente per breve spazio di tempo, siccome or ora vedremo; e, ciò posto, le esperienze precedenti provano che, nella più lenta corsa, come nella più rapida, cadauna gamba descrive una semi-oscillazione mentre sta ondeggiante, indi si posa verticalmente sul suolo.

§ 114. *Le differenze che presenta la durata del salto nella corsa lentissima e nella rapidissima corsa, da ciò dipendono che, nell'una e nell'altra, la gamba ondeggia più a lungo che non resti posata.*

Trovammo, mediante precedenti esperienze, che la metà della durata di una oscillazione della gamba=0″,346. Dalle esperienze relativamente al camminare sulle estremità anteriori del metatarso, risulta che vi riusciva alquanto minore codesta durata, stante la contrazione della gamba che avviene in tal caso, vale a dire=0″, 323, e con questo risultato si accordano le esperienze registrate nel § 112 sulla corsa, che corrisponde al più rapido cammino. Ora osserviamo che, nelle serie pre-

cedenti di esperienze, la durata del salto non supera mai codesta durata della metà di una oscillazione, che non è se non di poco inferiore nei modi lenti di camminare, ma che molto lo è di più nella corsa quanto mai rapida. Se tale differenza dipendesse dal posarsi della gamba ondeggiante sul suolo innanzi di aver percorso la metà del suo arco d' oscillazione, per conseguenza prima di esser giunta alla verticalità, mai, nella corsa, una gamba non sosterrebbe il corpo perpendicolarmente, vale a dire, nel verso in cui le è permesso di prevenire la caduta verticale del corpo spiegando la minor forza possibile. Ma non succede questo caso, e la differenza di cui si tratta dipende dalla economia di tempo risultante dal trovarsi, nella corsa lentissima e nella rapidissima corsa, il corpo sospeso nell' aria per certo spazio di tempo nel quale le due gambe oscillano simultaneamente. I tempi nei quali oscilla una gamba, e l' altra pure, si confondono dunque in parte: se, per conseguenza, si divide lo intero tempo dalla corsa pel numero delle oscillazioni(=il numero del passo), il quoziente (=la durata del salto) dev' essere minore del tempo, nel quale oscilla una gamba (=la durata di una semi-oscillazione), siccome abbiamo realmente osservato.

Cercammo di misurare la durata dell'appoggio mediante esperienze analoghe a quelle che furono riferite al § 107 concernonti il camminare; ma è troppo breve questa durata, perchè si possa determinarla con esattezza. Una serie di tali esperienze, ci diede, termine medio.

La lungheaza del passo.	$= 1^{m}000$
La durata del passe	$= 0''290$
La durata dell' appoggio	$= 0\ 230.$

Crediamo questa durata dell' appoggio un po' troppo corta; ma tanto non potrebbe discostarsi dalla verità da poterla ritenere eguale alla durata del passo.

§ 115. *L' estremità della serie delle durate e delle lunghezze corrispondenti del passo del camminar naturale, collocate giusta le lunghezze, coincide col mezzo della serie delle durate e delle lunghezze corrispondenti dei salti della corsa, nello stesso modo collocate; tale punto di coincidenza è in pari tempo il massimo nella durata del passo nella corsa, massimo, da cui partendo diventa minore questa durata, tanto per più grandi che per più piccole lunghezze del passo; è altresì il minimo della durata del passo nel camminare, minimo oltre cui codesta durata diviene maggiore per lunghezze del passo più piccole, ed entro il quale non è più possibile il camminar naturale.*

Per rendere accessibile ai sensi la legge, secondo la quale il rapporto della lunghezza e della durata del passo cangia nella corsa, abbiamo del pari che pel camminare, disposte le lunghezze del passo, ridotte al decimo, sopra una stessa linea, come ascisse, e fatte cadere verticalmente, sulle loro estremità, le durate corrispondenti del passo, come coordinate (la seconda essendo rappresentata da 1/10 di metro) (tav. XVII, fig, 29). I punti terminali delle coordinate sono quelli di una curva rappresentante la legge, secondo la quale la lunghezza o la durata del passo cangiano simultaneamente, e di cui la congiunzione di tutti quei punti terminali dà un' idea abbastanza esatta. Osserviamo che tale curva si allontana dappertutto assai poco dalla direzione della linea di ascisse, e che poco si discosta dalla linea punteggiata, la cui distanza della linea d' ascisse è dovunque di $0^{m}, 0323$, distanza che è la misura della durata di una semi-oscillazione della gamba. Nel mezzo, *m*, la curva tocca questa linea, al disopra della quale discende alquanto da ciascun lato. Egli è dunque in tal punto di contatto che la durata del passo giunge al suo

massimo. Se si riferiscono alle stesse coordinate le lunghezze e durate del passo precedentemente indicate, quali si corrispondono nel camminare naturale, si ottiene una seconda curva, la quale coincide colla prima in *m*, e termina in quel sito, ma che all' indietro si discosta rapidamente tanto dalla prima curva che dalla linea d' ascisse.

§ 116. *L' elevamento del piede posteriore è, nella corsa come nel camminare, il risultato della flessione del ginocchio, mentre il piede e le sue dita rimangono distesi; codesto elevamento riesce molto più considerabile nel camminare che nella corsa.*

Facemmo, intorno all' elevamento dei piedi nella corsa, esperienze analoghe a quelle sullo stesso fenomeno nel camminare (§ 98), e trovammo non solo che succede nello stesso modo l' elevamento, vale a dire mediante la flessione del ginocchio ma altresì che, nella corsa, esso cresce rapidamente colla velocità di quest' ultima e sempre riesce molto più considerabile che nel camminare: il che vien provato dalla tavola seguente;

Tavola. 32. *Sull' elevamento del piede nella corsa, lo spazio percorso essendo di 30 metri.*

Numero dei passi.	Tempo.	Elevamento del tallone.	Elevamento della punta del piede.	Velocità
28	7,9	0,300	0,187	3,91
24	6,5	0,375	0,257	4,92

§ 117. *Il tronco fa nella corsa oscillazioni verticali minori che nel camminare.*

Già provammo, parlando del camminare, che le oscillazioni verticali del tronco erano picciolissime; non superavano i 16 millimetri. Le trovammo ancora minori nella corsa, ove di rado passavano i 10 millimetri. Siffatta osservazione sembra, a prima giunta, non accordarsi con quanto vedemmo costituire la principale differenza tra il camminare e la corsa, cioè, che, nel primo, il tronco è sempre sostenuto da una gamba almeno, che gl' impedisce di cadere, invece che, nella seconda, mentre si appoggia una gamba, il tronco ascende, e mentre ondeggiano le due gambe, si abbassa, donde sembra dover risultare una grandissima oscillazione verticale del tronco. Ma, osservando il tempo con attenzione, si vede che succede il contrario. Già il tempo intero di un passo è brevissimo nella corsa, e la sua durata non va che da 0″,26 a 0″,32. Ma il corpo non ondeggia nell' aria che per un terzo al più di questo tempo, vale a dire per 1″,1 al più. Ora, durante questo tempo, non solamente il corpo non fa che cadere, ma anche principia coll' elevarsi, e non ricade se non dopo essere giunto alla sua maggiore altezza, tutto al più per 1|15 di secondo, donde risulta una caduta al più 21,8 millimetri, il che si accorda colle nostre osservazioni.

§ 118. *La gamba posteriore si discende ancora più nella corsa rapida che non nel rapido cammino.*

Usammo, per misurare la lunghezza della gamba stesa nella corsa con velocità diversa, un mezzo analogo a quello di cui ci servimmo per giungere allo stesso fine nel camminare con velocità diverse (§ 96), vale a dire un filo fissato all' orlo plantare anteriore della scarpa, e da quivi ascendente sino al trocantere, ove due dita lo tenevano mediocremente teso. La seguente tavola presenta il risultato di tali esperienze.

Tavola 33. *Misura dello stendimento della gamba posteriore nella corsa con velocità diverse, il cammino percorso essendo di 17 metri.*

Numero	Lung. del passo.	Durata del passo.	Lung. della gamba.	Velocità.
	m	o	m	
1	1,062	0,305	0,970	3,48
2	1,062	0,306	0,960	3,47
3	1,062	0,304	0,981	3,49
4	1,133	0,302	0,978	3,75
5	1,133	0,308	0,975	3,68
6	1,214	0,300	0,995	4,05
7	1,417	0,282	0,992	5,03
8	1,417	0,290	0,995	4,88
9	1,417	0.275	0,990	5,15

Confrontando queste misure con quelle fornite dal camminare (§ 96, tav. 10), vedesi che lo stendimento della gamba posteriore, di cui fu misurata la lunghezza, supera nella rapida corsa, di 30 a 40 millimetri quello che succede nel rapido camminare; del pari, confrontandole con quelle della tavola 11, § 95, si riconosce che codesta lunghezza della gamba nella più rapida corsa supera di 10 a 15 millimetri quella che coi maggiori sforzi dei muscoli estensori si può nello stato di riposo, dare al membro liberamente sospeso nel tronco. Il movimento violento del tronco nella corsa sembra, al momento in cui distacca la gamba dal suolo, contribuire ad allungare ancora alquanto questo membro , che già è disteso.

§ 119. *La maggiore velocità nella corsa è di circa sei metri e mezzo in un secondo, od un chilometro in due minuti e mezzo.*

Se, nella corsa, si potessero appoggiare le gambe a proprio talento sul suolo , solo la potenza dei nostri muscoli porrebbe limiti alla velocità della corsa, e molto varierebbero questi limiti in individui diversi in differenti tempi. Ma non avviene sì gran differenza, almeno tra quelli che non sono del tutto non avvezzi alla corsa. Infatti, è facile il vedere che se si appoggiassero fortemente le gambe sul suolo correndo, s' imprimerebbe al tronco non solo una rapida projezione all' innanzi, ma altresì un movimento ascendente, e dovrebbe esso stare più tempo a ricadere di quello che comporti la prescritta durata del passo. Si vede dunque, giusta la medesima natura delle cose, che la corsa ha un limite a cui molto certamente ci accostammo, nelle seguenti esperienze.

Tavola 34. *Sulla maggiore velocità della corsa, lo spazio percorso essendo di 43, 43 metri.*

Num. dei passi,	Tempo.	Lung. del passo.	Durata dei passi.	Velocità.
26	6,60	1,786	0,254	6,58
27	6,60	1,720	0,244	6,58
26,5	6,52	1,753	0,247	6,66
28	6,68	1,658	0,139	6,50
27	6,83	1,720	0,253	6,36

A questo limite della corsa naturale, la durata del passo è all'incirca i tre quarti della durata del passo nel più rapido camminare, mentre la sua lunghezza è quasi due volte altrettanto grande, donde risulta che la velocità può essere circa tre volte altrettanto considerabile nella corsa che nel camminare.

ARTICOLO III.

DEL TROTTARE

§ 120. *La durata dei passi è assai maggiore che nella corsa, ma più breve che nel lento camminare. La lunghezza dei passi è sempre più considerabile che nel camminare il più rapido, e può anche esserlo più che nella più rapida corsa ; ma fa perciò d' uopo che i muscoli estensori spieghino tutta la loro energia, il che non è d' altronde necessario che per un istante a ciascun passo.*

Tutte le esperienze sulla corsa, di cui parlammo finora, non sono relative che alla corsa propriamente detta (§ 28-34). Ne imprendemmo pure, riguardo al trottare, altre, di cui ora faremo conoscere i risultati. Per eseguirle, cominciavamo col percorrere certo spazio correndo, indi, giunti al sito anticipatamente fissato, percorrevamo il rimanente trottando, il che torna più facile a farsi quando già acquistò gran velocità il corpo, che non quando si principia subito la corsa a salti. Quest'ultima ha il vantaggio di rimediare all' ansamento prodotto dalla corsa, giacchè interessa meno i polmoni, non succedendosi tanto rapidamente i passi. Se si volesse principiare col trottare, quando è ancora libera la respirazione, s' inclinerebbe a passare da siffatto modo di progressione, che non è solito, all'ordinaria corsa, mentre non può avvenire tanto facilmente la transizione quando il trottare succede alla corsa, che già rese più difficile la respirazione. Per altro, le esperienze qui dovettero esser fatte in campo libero, perchè esigevano molto maggiore spazio.

In siffatto modo di correre, il corpo, siccome è facile osservare, comporta oscillazioni verticali assai maggiori che nella corsa, e da ciò risulta che la gamba che si puntella non rimane che poco tempo in contatto col suolo partendo dal momento in cui giunse alla verticale imperocchè, appena è divenuta verticale, si è obbligato di stenderla rapidamente, perchè il corpo riceve non solo una gran velocità orizzontale, ma altresì una rapida impulsione dal basso all' alto, e quindi presto si allontana dal punto terminale inferiore della gamba puntellata, al segno che la lunghezza di questa non basta per riempiere la distanza tra esso ed il suolo. Tanto più qui avviene tal effetto che il corpo è lanciato più in alto che non nella corsa, e che quindi la testa del femore della gamba servente di appoggio si trova più distante dal suolo, al momento che arriva questa alla situazione verticale, Da ciò risulta che il tempo che passa tra la verticalità della gamba e l' istante in cui lascia essa il suolo è assai breve. Per conseguenza pure, la gamba che abbandona il suolo non ha affatto bisogno, per l' intera oscillazione che far deve, nel trottare, innanzi di posarsi una nuova volta (§ 37), di un tempo doppio di quello che impiega, nella corsa, per fare una semi-oscillazione (§ 113), perchè, al momento in cui si alza, è meno lontana dalla verticale, e quindi descrive un arco d' oscillazione più piccolo che nella corsa, e, sotto tale rapporto, non vi ha transizione dal trottare alla corsa (perchè la più breve durata del passo nel primo differisce sempre molto dalla sua più lunga durata nella seconda) ; ma risulta però più piccola che nel lento camminare.

La grandezza dei passi è quasi sempre maggiore di quella che è nel più rapido camminare, e può divenire superiore a ciò che torna nella più rapida corsa; ma, in

quest'ultima, fa d'uopo di gran dispendio di forza muscolare, che vuole inoltre essere concentrata in uno spazio di tempo assai breve. Infatti, la forza con cui si puntella la gamba è limitata, nel trottare, ad una minima frazione della durata del passo; principia nel momento in cui il membro è verticale, e cessa tosto che esso lascia il suolo. In questo tempo, che, come dicemmo, è molto breve nel trottare, la forza con cui fa sforzo la gamba, produr deve, nel verso verticale, lo stesso effetto che determina la gravità del corpo nella durata di un intero passo. Al che conviene aggiungere che scema rapidamente quel tratto di tempo colla grandezza dei salti, mentre la grandezza dei passi non si minora, in proporzione, che assai lentamente. Da ciò proviene che, nei grandi salti, i muscoli estensori devono agire quasi istantaneamente, ma altresì allora spiegare la massima energia.

Le nostre esperienze ci fornirono i seguenti risultati relativamente alla lunghezza ed alla durata del passo nel trottare,

TAVOLA 35. *Intorno alla lunghezza ed alla durata del passo nel trottare con velocità diverse.*

Lung. del passo.	Durata del passo.	Velocità.
1,243	0,460	2,702
1,578	0,468	3,372
1,688	0,455	3,710
1,809	0,411	4,402
1,977	0,404	4,894.

Altre serie d'esperienze, fatte nello stesso modo, condussero ad analoghi risultati. Sta nella natura delle cose di non poter moltiplicare gli esperimenti sul trottare quanto quelli intorno alla corsa ed al camminare. Siccome il movimento vi dipende da uno sforzo muscolare assai breve ed intenso, il quale divenir può di leggieri troppo considerabile o troppo debole, così egli è difficile il fare, su tal particolare, una serie di esperienze colla stessa regolarità di quelle tendenti alla corsa ed al camminare.

CAPITOLO II.

SAGGIO DI UNA TEORICA DEL CAMMINARE E DELLA CORSA.

§ 121. *Idea di una teorica del camminare e della corsa.*

Il rapporto che esiste, nel pendulo tra il movimento oscillatorio del peso ed il movimento oscillatorio della verga è noto; si sa che la velocità del primo movimento andrebbe crescendo, se non fosse neutralizzata a ciascuna oscillazione, e che, invece, scemerebbe l' ampiezza delle oscillazioni, se la verga non ricevesse, ad ogni fermata del peso, una nuova scossa che compensa quella diminuzione. Così, agendo alternativamente, ciascun movimento regola l' altro, e da ciò risulta l' andamento uniforme del pendulo.

Gli organi del corpo umano che servono al camminare ed alla corsa sembrano dover offrire alcun che di analogo, che renda possibile la continuazione uniforme del movimento, quando anche colui che cammina e che corre non diriga continuamente la sua azione verso tal fine, ed interessa il sapere in cosa qui consista siffatta disposizione.

La forza che spinge innanzi, nel camminare e nella corsa, dipende dalla gamba che si puntella obbliquamente contro il suolo, distendendosi (vale a dire allungandosi), ed il movimento che ne risulta crescer dovrebbe in velocità, se l'altra gamba, oscillando dall' indietro all' innanzi, tosto non si posasse sul suolo, dopo di che la gamba anteriore incomincia a distendersi, la posteriore, all'incontro, ad oscillare dall' indietro all' innanzi, e via discorrendo. La gamba puntellata può dunque essere considerata come sostituente il peso di cassa, e la gamba oscillante come rappresentante la verga del bilanciere. Esse si scambiano d' officio insieme alla fine di ciascun passo.

Esaminando più dappresso codesto rapporto fra la gamba che sforza e quella che oscilla, si trova ch'esso dipende da condizioni differenti da quelle da cui deriva l'analogo rapporto tra il peso di cassa e lo stelo del bilanciere, e che l' analogia esistente fra questi due rapporti, è la conseguenza di disposizioni che non si somigliano per nulla. Il meccanismo degli organi locomotori richiede adunque uno studio speciale, ove si voglia ben conoscere e determinare con precisione le condizioni da cui dipende la regolarità del camminare e della corsa.

La prima condizione concerne la forza impulsiva, vale a dire la forza di stendimento della gamba che fa sforzo contro il suolo. Tale sforzo non è accordato da una legge di natura, siccome lo è dalla legge dell' attrazione sempre eguale delle masse quella del peso del bilanciere ; lo è dal fine a cui sempre tende colui che cammina, quello di mantenere l' insù del corpo ad eguale distanza dal suolo. Realmente , si osserva che le estremità superiori delle gambe , qualunque sia la situazione di queste, procedono orizzontalmente sopra un cammino orrizzontale, salvo al più il momento che precede l'appoggio della gamba oscillante, momento in cui l'insù del corpo può abbassarsi alquanto senza inconveniente, perchè arrivando alla verticale la gamba che posa sul suolo può ricondurlo subito all' altezza di prima, senza che ne risulti alcuna influenza perturbatrice sul moto orrizzontale di traslazione. Così, nella intenzione di colui che cammina, e giusta le esperienze fatte sul camminare, regolare, *la forza della gamba che posa sul suolo.* è, in ogni situazione del membro, e nella maggior parte del passo, *precisamente ciò che essere deve per impedir di cadere all'alto del corpo.* Cade poi bensì l'alto del corpo per un istante: ma, dopo la posa della gamba posteriore, di altrettanto si rialza, nel momento appunto in cui giunge questa alla verticalità. Se mancasse tale condizione , non sarebbe possibile il camminare regolare ; ma , dacchè essa sussiste, il grado della forza impulsiva viene determinato per tutti i momenti della maggior parte di ciascun passo , perchè note che sieno la porzione verticale della forza di stensione della gamba e la situazione di questa gamba , calcolare si può la porzione orrizzontale della forza di estensione.

La seconda condizione si riferisce al principio della oscillazione della gamba, la quale, dopo aver compita la sua oscillazione, deve posarsi sul suolo e sollevare l'altra gamba, che intanto fece sforzo. Questo principio della oscillazione è *il momento in cui codesta gamba si distacca dal suolo all' indietro.* C' insegna l' esperienza *essere questo momento quello in cui l' altra gamba giunge alla verticale.* Risulta dalla stessa natura delle cose che sebbene l' insù del corpo si trovi in quell' istante privo del suo appoggio, pel sollevamento della gamba posteriore, pure il pericolo di perdere l' equilibrio riesce allora minore che mai, perchè, nella situazione verticale dell' altra gamba, nulla è più facile del correggere il menomo difetto d' equilibrio, da qualunque lato essa avvenga. Del resto, la gamba posteriore si solleva affatto da per sè in quel momento, perchè l'insù del corpo, che aveva finito coll' abbassarsi alquanto, si trova allora innalzato dalla gamba verticale (senza al-

terazione del moto orizzontale del corpo), e ricondotto alla sua altezza primitiva. Ma, alzandosi in tal modo, l' alto del corpo trascina seco la gamba stesa all'indietro, e la distacca dal suolo.

La terza condizione, finalmente, è relativa alla grandezza dell'arco che descrive la gamba oscillante innanzi di posarsi. C' insegna l' esperienza che varia codesto arco secondo la rapidità del camminare. Non può esso mai oltrepassare l' intero arco d' oscillazione che la gamba, oscillando come un pendulo, descriverebbe dall' indietro all' innanzi, e mai risulta più piccolo della metà di questo arco. L'esperienza ci fornisce la seguente legge per determinarlo in ciascun caso particolare: *La porzione di cammino che vi corrisponde è più corta di un passo doppio, e lo è precisamente di quanto avanza il tronco mentre la gamba descrive quest' arco.* Siffatta legge deriva immediatamente del fatto che la distanza fra il punto in cui la gamba oscillante si posa a terra e quello in cui lascia il suolo, riesce eguale ad un passo doppio.

Gli organi locomotori dell' uomo sono talmente costrutti, che possono sempre sussistere codeste tre condizioni, e da ciò risulta tutto quello che avviene nel camminare regolare, salvo l' eccezione derivante dalla stessa natura delle cose, che un ostacolo esterno al camminare deve produrre una modificazione che sembra non poter essere sottoposta ad alcune legge generale. Ciò non ostante, vi è il modo di dissipare anche questa incertezza, studiando dappresso *il mezzo, per via del quale colui che cammina può neutralizzare le influenze perturbatrici esterne, e rendere il camminare indipendente da quelle eventualità.* Infatti, la machina che ci serve al camminare è talmente disposta, che la sua *progressione orizzontale* richiede una resistenza esterna determinata. Si può eziandio dedurre dalla forma e dal volume delle sue diverse parti che tale resistenza necessaria alla progressione orizzontale dev' essere superiore a quella che incontra per solito il corpo nel camminare (le gambe dovrebbero avere maggior peso se la resistenza requisita pel moto orizzontale fosse eguale a quella che avviene per solito). Per compensare tale mancanza di resistenza esterna, fa di mestieri che colui che cammina lasci a ciascun passo cadere il suo corpo al momento in cui la gamba che si puntella gl' imprimerebbe il maggiore acceleramento nel verso orizzontale, e che poi, quando le gamba non può più muoverlo orizzontalmente, per essere giunta essa medesima alla verticale, di altrettanto lo sollevi, debba cioè minorare la forza impulsiva dall' indietro all' innanzi della gamba puntellata nella quantità precisamente che manca alla resistenza. Questo effetto sarà minore nel caso di grande resistenza esterna, e maggiore nell' opposto caso. Ora c' insegna l' esperienza che infatti le oscillazioni verticali di colui che cammina sono minori con vento contrario. Dipendendo le oscillazioni verticali sino a certo punto dalla volontà, ma entro limiti che loro sono assegnati sotto tale rapporto, da esso dipende, in parità di cose d'altronde, la lunghezza del passo, cui generalmente si desidera più grande che sia possibile.

Adesso diviene praticabile il determinare compiutamente i moti delle due gambe nel camminare, sempre però supponendo che si risparmii più che sia possibile la propria forza muscolare. Nella esecuzione di codesta teoria, abbiamo ammesse alcune semplificazioni del calcolo, ma limitandoci a quelle che devono condurre approssimativamente agli stessi risultati d' un calcolo rigoroso; era quanto bastava, secondo noi, per giustificare i principii. e per servire alle applicazioni possibili in quel momento. Trovammo in cosiffatto modo che, per i valori della durata della oscillazione, della lunghezza della gamba e del suo peso, la durata del passo deve essere all' incirca = 0″36081 e la sua lunghezza = 0m.7910 nel più rapido camminare, e che quando, pel rallentamento del camminare, la durata del passo cresce di 0″01,

deve scemare la sua lunghezza di $0^m,00574$, il che si accorda perfettamente colla osservazione: in particolare, l'esperienza giustifica la legge, secondo la quale, nel camminare naturale (*vedi* § 106), la lunghezza del passo scema quando cresce la sua durata; altrettanto si può dire delle leggi sui limiti della durata del passo, della sua lunghezza, e della velocità del camminare (*vedi* §§ 93, 101, 104).

La corsa ed il trottare (§ 28-40) si trovano nel medesimo caso del camminare. La disposizione degli organi locomotori dell' uomo fornisce altresì determinate leggi a loro riguardo, perchè bene si stabiliscono i caratteri distintivi di codeste differenti classi di moti, siccome procurammo noi di fare. Qui egualmente abbiamo semplificato il calcolo per giungere a risultati approssimativi coi dati della osservazione.

Giunto che si sia a codeste leggi, si può sottoporle a tre specie di prove e di applicazioni, che devono essere considerate come lo scopo della teoria.

1° Si può compararle colle misure della durata del passo, della sua lunghezza, e via discorrendo.

2° La situazione delle gambe nei diversi tempi di ciascun passo può essere stabilita secondo tali leggi, affinchè giudichi il pittore se tale rappresentazione corrisponde alla situazione reale delle gambe nel camminare.

3° Finalmente si possono fondare sopra codesta teoria alcune regole per la costruzione di macchine, le quali, come l'uomo, sieno portate da due sostegni, di cui le alternative di estensione e l'oscillazione determinassero la progressione.

Per ottenere il primo scopo furono da noi fatte le misure riferite nel capitolo precedente; comparandole sulle leggi sviluppate in questo, si osserva siccome abbiamo dimostrato, un soddisfacente accordo fra di loro.

La seconda applicazione riesce tanto più facile a farsi che la natura formò talmente le gambe che un osso vi confina immediatamente coll' altro, e che entrambi sono articolati insieme come mediante una specie di cerniera, che loro non permette alcun cangiamento di situazione l' uno riguardo all' altro se non girando intorno ad un asse comune. Siccome il volume e la forma delle ossa sono invariabili, così deve essere possibile, quando si voglia unicamente rappresentare con esattezza la situazione reciproca dei punti di rotazione, di disporre le ossa tra quei punti in guisa che bene si adattino insieme, assolutamente come si dispongono le ruote dell' orologio in modo che s' incastrino tutte regolarmente. Il disegno della situazione reciproca delle ossa deve essere suscettibile di riferirsi a regole talmente fisse, da escludere qualunque arbitrio. Allorchè infatti si tracciarono, giusta le induzioni della teoria, i punti, in cui, nei diversi istanti d' un passo, le estremità articolari di tutte le ossa devono trovarsi collocate simultaneamente, fa d' uopo copiare fedelmente secondo natura il contorno di ciascun osso, e ben segnare nelle due estremità i veri punti di rotazione. Facendo coincidere questi punti di rotazione con quelli della teoria, tutte le ossa debbono addattarsi perfettamente in tutte le situazioni volute. Noi abbiamo realmente seguendo le indicazioni della teoria, eseguiti interi sistemi di simili figure; indi, col sussidio d' un cilindro girante colla rapidità convenevole, le abbiamo presentate successivamente allo sguardo in tal guisa, che tutte insieme facevano su di esso la medesima impressione come una figura che camminasse o corresse precisamente siccome vuole natura.

Quanto alla terza applicazione, l' abbiamo lasciata da parte: non poteva divenir istruttiva e trovar buon esito se non quando tutte le circostanze capaci d' influire sulla macchina fossero con precisione indicate: il che esigerebbe un più compiuto sviluppo della teoria, diretta specialmente verso tale scopo.

ARTICOLO I.

TEORIA DEL CAMMINARE.

§ 122. Per giungere a stabilire una teoria del camminare, indicheremo primieramente le forze che influiscono su tale moto, indi la situazione che assume il corpo in ciascuno degl' istanti che percorre. Questi due dati riuniti formano la base della nostra teoria, dalla quale dedurremo le leggi del moto che sono applicabili al camminare.

§ 123. *Forze che influiscono sul camminare.*

Le forze che esso citano influenza sul camminare sono:

1.° L' *estensione*, o la forza che tende ad allontanare in linea retta la testa del femore dalla parte del suolo su cui posa il piede;

2.° La *gravità*, od il peso del corpo;

3.° La resistenza che incontra il corpo nel camminare.

La prima di queste tre forze, l' estensione, agisce su i due punti estremi del membro, la testa del femore e la parte del piede che posa sul suolo, assolutamente come se questi due punti facessero sforzo per allontanarsi tra di loro. La direzione di questa forza dipende dunque dalla situazione dei due punti estremi. Qualunque sia la situazione di questi, o, altrimenti dicendo, in qualunque direzione agisca l'estensione, si può sempre decomporla, giusta il paralellogrammo delle forze, in forza verticale e forza laterale od orrizzontale.

La parte verticale della forza d' estensione produce nel corpo un acceleramento verticale dal basso all' alto, pari a quello che la gravità vi determina inversamente, vale a dire dall' alto al basso. Egli è manifesto che in tal caso, il centro di gravità del corpo può rimanere alla medesima altezza al disopra del suolo orizzontale.

La parte orrizzontale della forza d' estensione produce nel corpo un acceleramento nel verso orizzontale, ma di cui non possiamo determinare il valore se non dopo avere studiato la situazione della gamba appoggiata da cui esso dipende. Per tale velocità, che si aggiunge a ciascun momento dell' estensione il corpo si trova accelerato, nel suo movimento orizzontale, sinchè la resistenza, vale a dire la terza delle forze che influiscono sul camminare, e la quale, dal canto suo, andò sempre crescendo durante l' acceleramento, sia divenuta abbastanza considerabile per determinare un ritardo eguale a quest' ultimo. La somma dell' acceleramento e del ritardo che si aggiungono risulta sino da allora e rimane $=0$, perchè da quel momento in poi la resistenza resta continuamente eguale alla porzione orrizzontale della forza d' estensione: il corpo continua a portarsi all' innanzi, mediante un moto uniforme, colla velocità da cui viene spinto.

Abbiamo ora rappresentate le forze che influiscono sul camminare come forze uniformemente accelerate. Benchè non abbiano realmente tale carattere, pure ritornano uniformemente a ciascun passo, e la velocità media del corpo risulta quindi quasi la stessa come se esso obbedisse a forze uniformemente accelerate. Così, nella nostra ipotesi d' un camminare uniforme, le forze che influiscono su tale moto hanno cotale relazione vicendevole, che, allorquando si decompone la prima in forza laterale verticale e forza laterale orizzontale, ciascuna di queste forze laterali fa equilibrio alle altre due forze.

Oltre l' ammettere valori medii per le tre forze, ed il considerarle come agenti in modo uniforme, supponiamo anche, per maggiore semplicità, che tutte e tre

abbiano un punto comune di partenza, cui denominiamo *centro del corpo*, e consideriamo come posto sul limite fra il tronco e le gambe. Le tre forze aventi un comune punto di partenza, possiamo rappresentarle con tre linee che s' incontrino in un punto. Sia, nella fig. 17, c il centro del corpo, donde si tirino le tre linee rette, l' una *ca* verticale, la seconda *cb* orizzontale, e la terza *cd* secondo la direzione del prolungamento della gamba su cui si appoggia. Queste tre linee possono rappresentare, per rispetto alla loro grandezza ed alla loro direzione, le tre forze che influiscono sul camminare. Ma, siccome si fanno equilibrio le tre forze, così le tre linee saranno tali che facendosi di due di esse i lati d' un parallelogrammo, la terza eguagli in lunghezza la diagonale del paralellogrammo, e coincida col prolungamento in linea retta di questa diagonale al di là di c.

Sarebbe superfluo il confutare l' erronea opinione di certi fisiologi, i quali tengono che le forze ond' è spinto il corpo innanzi nel camminare, devono avere continuamente la preponderanza su quelle che lo spingono indietro. È noto che quando le forze agiscono così in modo continuo in una medesima direzione, mai ne risulta un moto uniforme, ma sempre un moto che va crescendo in velocità. Non avviene un moto uniforme in linea retta se non quando nessuna forza continua ad agire sul corpo che si muove, o quando si equilibrano tutte le forze che continuano su di esso ad agire.

§ 124. *Posizione del corpo in ciascun momento del camminare.*

Rappresentiamo la situazione simultanea delle due gambe nel camminare con due figure, 28 e 29, di cui la prima rappresenta la proiezione sopra un piano verticale parallelo al cammino, e la seconda la proiezione sopra un piano orizzontale parallelo allo stesso cammino.

La fig. 28 dà la situazione simultanea dei due punti di sostentamento negl'istanti in cui entrambi toccano il suolo, colla situazione del centro del corpo, projettato sopra un piano verticale parallelo al cammino. La situazione della gamba destra è rappresentata da linee piene; la situazione simultanea della gamba sinistra da linee punteggiate. Il punto di appoggio della gamba destra è contrassegnato *a*; quello della gamba sinistra *b*, ed il centro del corpo c. Gli stessi numeri furono assegnati ai momenti identici per *a*, *b* e c. Così, $bo,1,2$ significa che nel mentre che c si muove da co a $c2$, per $c1$ ed *a* da ao ad $a2$ per $a1$, *b* rimane in riposo nel punto $bo,1,2$. Del pari $a1,2,3,4$ significa che mentre c va da $c1$ a $c4$, per $c2$ e $c3$, e *b* da 21, 2 a $b3,4$, *a* rimane in riposo nel punto $a1,2,3,4$, e così via dicendo. Gli spazii $ao\ bo,1,2 = bo,1,2\ a1,2,3,4$, e c. $= coc2 = c3c4$ e c., sono lunghezze di passi.

La fig. 29 rappresenta la medesima progressione delle due gambe e del centro del corpo proiettata sopra un piano orizzontale parellelo al cammino. I contrassegni della due gambe e del centro del corpo sono gli stessi come nella figura 28.

Codesti disegni furono fatti giusta le regole segnenti:

1.° Al principio di ciascun passo, vale a dire al momento in cui la gamba posteriore lascia il suolo, il punto di appoggio dell' anteriore si trova situato, col centro di gravità, in un medesimo piano normale alla direzione del camminare. Per esempio, al principio del primo passo *bo* e co, al principio del secondo $a2$ e $c2$, al principio del terzo $b4$ e $c4$, sono in un piano normale sulla direzione del cammino.

2.° In ciascun passo, il punto di appoggio d' una gamba è posato, innanzi a quello dell' altra gamba, quanto lungi nel passo precedente o nel seguente lo è il punto d' appoggio di questa dinanzi a quello della prima, il che deriva dalla eguale partecipazione delle due gambe al camminare. Per esempio, nel primo passo, il pun-

to d' appoggio $a_{1,2,3,4}$ si colloca all' innanzi del punto d' appoggio $b_{0,1,2}$ quanto lungi si colloca nel secondo passo il punto d' appoggio $b_{3,4,5,6}$ innanzi ad $a_{1,2,3,4}$.

3.° La durata di ciascun passo, vale a dire il tratto di tempo compreso tra l'elevamento di una gamba e quello dell' altra, si divide in due parti, il tempo durante il quale il corpo posa sopra una gamba, ed il tempo durante il quale si regge sulle due gambe. Per esempio, mentre nel primo passo il centro del corpo si avanza da c_0 a c_1, il corpo posa sopra una sola gamba; mentre si avanza il centro da c_1 a c_2, il corpo si regge sulle due gambe; mentre nel secondo passo il centro si porta da c_2 a c_3, il corpo sta sopra una sola gamba; e mentre il centro va da c_3 a c_4; il corpo di nuovo si appoggia sulle due gambe, e così via dicendo. Non è mai liberamente sospeso il corpo nell' aria, talchè nessuno dei due piedi tocchi il suolo; giacchè, tosto che avvenisse tale caso, il camminare si trasformerebbe in corsa. Però si osserva che quanto è più rapido il camminare, tanto più si abbrevia, a ciascun passo, il tempo durante il quale il corpo posa sulle due gambe, e nel camminar celere quanto mai scomparisce affatto questo tempo.

§ 125. *Base della teoria del camminare.*

Indicando le forze che influiscono sopra il camminare e la situazione del corpo in ciascun istante di questo ultimo, abbiamo ammesse alcune proposizioni che vogliono essere svolte compiutamente e con precisione, perchè formano la base della nostra teoria. Sono esse:

1.° La forza di estensione è tale precisamente, e non mai altra, quale le bisogna essere per mantenere il centro del corpo in una stesso piano orizzontale: *Principio del grado dello sforzo.*

2.° La direzione di questa forza passa sempre per il centro del corpo ed il punto di appoggio della gamba che gravita sul suolo: *Principio della direzione della estensione.*

3.° La gamba anteriore riesce perpendicolare al suolo nel momento in cui lascia quest' ultimo la posteriore: *Principio della situazione iniziale.*

Per altro, limitiamo la nostra teoria del camminare ai casi, nei quali i punti terminali superiori delle due gambe si avanzano con celerità quasi uniforme, vale a dire quando il corpo di colui cha cammina non volga lateralmente. Per maggiore semplicità pure, non avvertiremo alla lunghezza del piede, come se non si adoprassero mai i talloni, e non si camminasse che sulla punta dei piedi. Finalmente, escluderemo primieramente il caso raro, nel quale la gamba anteriore si trova tanto portata innanzi che al momento in cui posa sul suolo fa maggiore angolo che la posteriore colla verticale.

§ 126. *La somma dei quadrati dell' elevamento (h) del centro del corpo al di sopra del suolo orrizzontale e della lunghezza del passo (p) è pari al quadrato della lunghezza (l) della gamba distesa, o $hh + pp = ll$.*

Dal principio della situazione iniziale (§ 125), giusta il quale la gamba anteriore sta perpendicolare al suolo nel momento in cui la posteriore abbandona quest' ultimo, deriva immediatamente che la lunghezza (l) della gamba posteriore distesa, quando lascia il suolo, la distanza verticale delle estremità superiore ed inferiore di questa gamba (vale a dire dell' elevamento h del centro del corpo al disopra del suolo orrizzontale, poichè, secondo il § 123, consideriamo questo centro come il limite fra il tronco e le gambe), finalmente la distanza orizzontale delle due estremità di codesta gamba (vale a dire, giusta il principio della situazione iniziale, la distanza fra i due piedi), o altrimenti dicendo, la lunghezza del passo, costituiscono, al disopra del suolo, un triangolo rettangolo, nel quale la lunghezza

della gamba distesa rappresenta l' ipotenusa, e che quindi, secondo il teorema di Pitagora, $pp + hh = ll$.

§ 127. *Non vi ha mai se non la forza d' estensione di una sola gamba che agisca sul corpo; essa accelera quest' ultimo mentre si regge sopra una sola gamba, e lo ritarda mentre posa sulle due gambe.*

Siffatta proposizione risulta dal principio del grado dello sforzo (§ 125). Infatti, nel tempo che uno sta sulle due gambe, l' intero peso del corpo deve essere sostenuto dalla gamba anteriore, stantechè, giusta la conclusione del § 125, la situazione di questa gamba più si avvicina alla verticale che non quella della posteriore; imperocchè il principio del grado dello sforzo richiede che il centro del corpo sia sempre mantenuto in uno stesso piano orizzontale dalla forza di estensione della gamba, che quindi la porzione verticale di questa forza di estensione uguagli la gravità del corpo, e, ciò non ostante, l' intera forza di estensione deve essere modica quanto mai. Supponiamo dunque che ψ sia l'angolo della gamba anteriore colla verticale, e φ quello della gamba posteriore con questa stessa verticale, ne risulta che mentre uno sta sulle due gambe

$$\psi < \varphi$$

giusta il fine del § 125. Se ora indicheremo con a una porzione qualunque della forza di estensione, e se la gamba anteriore esercita quella porzione della forza di estensione, ne risulta, come espressione di una parte qualunque sostenuta del corpo,

$$= a \cos \psi$$

mentre all' opposto, se esercita la gamba posteriore quella porzione della forza di estensione, diviene l' espressione

$$= a \cos \varphi$$

ma

$$a \cos \psi > a \cos \varphi$$

perchè $\psi < \varphi$: dunque, con un medesimo sforzo, la gamba anteriore porterà una porzione più considerabile del corpo che non la gamba posteriore. Ma ciò che sussiste per la porzione a della forza di estensione, sussiste egualmente per qualunque altra porzione. Dunque l' intera forza di estensione, la cui porzione verticale porta il corpo, è modica quanto mai, quando, mentre il corpo della persona che cammina posa sulle due gambe, essa parte dalla sola gamba anteriore. E però siccome giusta il principio del grado dello sforzo, la forza di estensione non deve essere mai maggiore di quello si rende necessario per portare il corpo, ne avviene che mentre il corpo si sostiene sulle due gambe, agisce su di esso la sola forza estensiva della gamba anteriore. E siccome riesce da per sè evidente che, nel rimanente del tempo, mentre il corpo posa sopra una sola gamba, la sola forza di estensione di questa può su di esso agire, così la nostra prima proposizione, che, nel camminare, la forza estensiva di una sola gamba è quella che agisce sul corpo, si trova pienamente dimostrata.

Per altro, siccome, giusta il principio della situazione iniziale (§ 125), lo istante in cui la gamba appoggiata è verticale separa il momento in cui il corpo posa sulle due gambe, da quello in cui non si regge che sopra una sola (perchè allora si solleva la gamba posteriore), ma prima di quell' istante la gamba appoggiata

agiva sul corpo obbliquamente dall'innanzi all' indietro, e poi agisce invece, obbliquamente dall' indietro all' innanzi, così egualmente ne risulta dalla esattezza della seconda nostra proposizione, che la forza di estensione ritarda il corpo quando si regge sulle due gambe, e lo accelera nel rimanente del tempo.

§ 128. *La celerità con cui si muove il tronco essendo supposta uniforme, la gamba sollevata oscilla come un pendulo, al quale, indipendente dalla sua situazione obbliqua iniziale, fu anche impressa all' indietro, nella sua orbita, una celerità, la quale, misurata nella estremità inferiore della gamba è pari alla celerità del tronco, valutata secondo la tangente dell' orbita.*

Prendiamo per punto di partenza l' equazione generale pel movimento di un sistema di corpo che si trova in Poisson. (1). Sieno m, m', m'', e via discorrendo, le masse dei punti fisici onde si compone il sistema; x, y, z le tre coordinate rettangolari del punto m alla fine del tempo variabile u, cui si calcola partendo dal principio di movimento; X, Y, Z le forze accelleratrici decomposte giusta le coordinate x, y, z, in direzione positiva. Le grandezze corrispondenti per i punti m' m'', ed altri, devono essere dinotate del pari, solo con l' aggiunta dell' accento. Ecco l' equazione pel movimento di codesti punti:

$$\Sigma m \left(X - \frac{d^2x}{du^2} \right) \delta x + \Sigma m \left(Y - \frac{d^2y}{du^2} \right) \delta y + \Sigma m \left(Z - \frac{d^2z}{du^2} \right) \delta z = 0$$

ove le somme Σ si estendono a tutti i punti m, m', m'', ed altri.

Per semplificare il problema, supponiamo

1.° Invece del cammino, semplici punti fissi isolati (in qualche modo pietre sovrapposte al cammino), collocati in linea orizzontale, e tra loro separati dalla distanza dei passi; non avremo allora a temere che la gamba oscillante troppo si avvicina al suolo e lo urti;

2.° Invece della gamba, una linea retta rigida, la cui estremità inferiore posi sopra uno di codesti punti, e vi sia ritenuta per sfregamento.

3.° In luogo della massa diffusa su tutta la lunghezza della gamba, una massa concentrata in un punto medio di codesta linea rigida:

4.° Finalmente, in cambio del corpo, una massa concentrata nella sommità della linea rigida, e che percorra orizzontalmente il cammino con celerità uniforme.

Per esempio nella fig. 30,

A, B, C, ed altri, saranno i punti fissi isolati (1.°),

m A la linea rigida (2.°),

m' la massa concentrata della gamba (3.°),

m la massa concentrata del corpo (4.°).

Siccome non abbiamo che due punti fisici, m e m', e siccome questi due punti non si muovono che in un piano verticale, cui prendiamo per il piano di x e y, possiamo dunque sostituire alla equazione generale che precede, la seguente:

$$mX \left(- \frac{d^2x}{du^2} \right) \delta x + m' \left(X' - \frac{d^2x'}{du^2} \right) \delta x' + m \left(Y - \frac{\delta^2 y}{du^2} \right) \delta y + m'$$
$$\left(Y' - \frac{d^2y'}{du^2} \right) \delta y' = 0.$$

(1) *Trattato di meccanica*, 2. ediz. I. II. § 531, p. 395.

Del resto x, x' sono le coordinate orrizzontali; y, y' le coordinate verticali; finalmente $x - x'$ e $y - y'$ sono positivi per il principio del movimento.

In tale equazione, le grandezze seguenti sono suscettibili di una determinazione più precisa :.

1.° Siccome non agisce al di fuori sul punto m' se non la gravità, a cui diamo il segno g, ne deriva che

$$X' = 0 ; Y' = - g.$$

2.° Siccome la distanza dei due punti m e m' è costante, ne risulta che, se chiamiamo l la lunghezza della linea rigida, e r il rapporto di distanza da mm' a l,

$$(x - x')^2 + (y - y)^2 = rrll ;$$

donde avviene che

$$\delta y' = \delta y + \frac{x' - x}{y' - y} (\delta x - \delta x') ;$$

3.° Siccome la celerità del punto m è sempre orrizzontale ed uniforme ($= c$),

$$\frac{dx}{du} = c, \text{ ed in conseguenza } \frac{d^2x}{du^2} = 0 ;$$

4.° Siccome il punto m si muove sempre orrizzontalmente, y è costante, o

$$y = h.$$

Così l' equazione precedente pel movimento dei due punti m e m' si trasforma in questa :

$$mX\delta x - m' \frac{d^2x'}{du^2} \delta x' - + mY\delta - m' (g + \frac{d^2y'}{du^2} [\delta y + \frac{x' - x}{y' - y}$$

$$(\delta x - \delta x') [= 0.$$

Siccome qui δx, $\delta x'$ e δy sono affatto indipendenti tra loro, così i loro coeficienti devono ciascuno essere $= 0$, cioè :

Il coeficiente di δx : $mX - m' (g + \frac{d^2y'}{du^2}) \frac{x' - x}{y' - y} = 0$ (1)

quello di $\delta x'$: $- m' \frac{d^2x'}{du^2} + m' (g + \frac{d^2y'}{du^2}) \frac{x' - x}{y' - y} = 0$ (2)

Quello di δy : $mY - m (g + \frac{d^2y'}{du^2}) = 0$ (3)

Più risulta da (1) e (2), che

$$mX = m' \frac{d^2x'}{du^2}, \ (4)$$

e da (2), (3) e (4), presi insieme, che

$$X = Y \frac{x' - x}{y' - y}. \ (5)$$

Se alle tre equazioni (3), (4) (5), aggiungiamo l' equazione indicata sopra

$$(x - x' 2 + (y - y')^2 = rrll, \ (6)$$

abbiamo le quattro equazioni principali pel movimento dei punti m e m''.

Facendo.

$$X = P \cos \psi \ ; \ x' - x = rl \cos \phi$$
$$Y = P \sin \psi \ ; \ y' = y = rl \sin \phi$$

quindi

$$d^2x' = - rl \cos \phi d\phi^2 - rl \sin \phi d^2\phi$$
$$d^2y' = rl \sin \phi d\phi^3 + rl \cos \phi d^2\phi$$

e si faccia

$$\frac{m}{m'} = \mu \ ;$$

si ha

$$(3) \ \mu P \sin \psi = g - rl \sin \phi \frac{d\phi^2}{du^2} - + rl \cos \phi \frac{d^2\phi}{du^2}$$

$$(4) \ \mu P \cos \psi = rl \cos \frac{d\phi^2}{du^2} - rl \sin \phi \frac{d\phi^2}{du^3}$$

$$(5) \ tang \ \psi = tang \ \phi$$

ed avendo riguardo alla figura 27 ed al § 123

$$\psi = \phi - \pi$$

Per conseguenza deriva da (3) e da (4)

$$- \mu P = g \sin \phi - rl \frac{d\phi^2}{du^2}$$

$$0 = g \cos \phi + rl \frac{d^2\phi}{du^2}$$

L' ultima equazione, moltiplicata per $d\phi$ ed integrata, dà

$$C = g \sin \phi + \frac{rl}{2} \cdot \frac{d\phi^2}{dt^2}$$

e la prima diviene poi

$$-\mu P = 3g \sin \phi - 2C.$$

Per determinare la costante C, provenuta dalla integrazione nelle equazioni, si ha per il principio del movimento, vale a dire per l'istante $u = o$, in cui si leva il piede.

$$x' - x = -rp$$
$$y' - y = -rh$$
$$\frac{dx'}{du} = \left(1 - \frac{rhh}{ll}\right) c\,;$$

Imperocchè

1.° In quell' istante finisce il tempo in cui i due piedi posavano sul suolo; ma la distanza alla quale essi allora si trovano l' uno dall' altro è pari alla lunghezza del passo (*vedi* §124, fig. 28 e 29); la distanza dei due piedi, vale a dire la distanza delle estremità inferiori delle due linee rette rappresentanti le gambe, è alla distanza tra il punto m' nell' altra linea : : 1 : r, oppure, perchè al principio del movimento, allorquando una gamba si trova verticale, la distanza dei punti m', m' delle due gambe riesce eguale alla distanza dei punti m', m della gamba posteriore.

$$x - x' : p = r :$$

o

$$x' - x = -rp.$$

2.° Siccome il piede che principia ad oscillare non si è per anco discostato dal suolo nel primo momento, così la distanza verticale dei due punti terminali della gamba è pari alla distanza verticale h che separa il punto terminale superiore dal suolo; ma la distanza verticale dei due punti terminali della gamba è alla distanza verticale tra i punti m e m' : : 1 : r, oppure

$$y - y' : h = r :$$

o

$$y' - y = -rh.$$

5.° Siccome il punto terminale inferiore della gamba era sino ad ora ferma in A, ma che, nella ipotesi, il punto terminale superiore continuava sempre a muoversi orizzontalmente, colla velocità c (il che non tornava possibile se non quando la lunghezza l della gamba, cui ammettiamo ora costante, fosse variabile prima, sinchè la gamba posava in A sul suolo), la velocità orizzontale y del punto m' doveva essere alla velocità orizzontale c del punto m : : 1 — r : 1, supponendo che la gamba si fosse distesa uniformemente in tutta la sua lunghezza. Avevasi dunque

$$\gamma : c = 1 - r : 1$$

$$\gamma = (1 - r)\, c.$$

Ma siccome, partendo dal momento attuale, non deve più distendersi la gamba, e deve il punto m continuare a muoversi colla celerità orizzontale c, fa di mestieri, perchè sia ciò possibile, che il punto m comunichi in tal momento al punto m' la celerità $\frac{p}{l}(c-\gamma)$ nella direzione della gamba, quindi la celerità $\frac{pp}{ll}(c-\gamma)$ nella direzione orizzontale. In conseguenza la celerità orizzontale del punto m sarà, in tale istante, vale a dire $u=o$,

$$\frac{dx'}{du} = \gamma \frac{pp}{ll}(c-\gamma)$$

oppure, dando a γ il valore precedente, e a $ll-pp$ il valore hh (giusta il § 126),

$$\frac{dx'}{du} = \left(1 - \frac{rhh}{ll}\right) c.$$

Secondo ciò, si ha, per l'istante, $u = o$, in cui si solleva il piede

$$\cos \Phi = -\frac{p}{l}$$

$$\sin \Phi = -\frac{h}{l}$$

$$\frac{dx'}{du} = \left(1 - \frac{rhh}{ll}\right)c = c - rl \sin \Phi . \frac{d\Phi}{du} = c + rh \frac{d\Phi}{du}$$

o

$$\frac{d\Phi^2}{du^2} = \frac{hhcc}{l^4} = \frac{2}{rl}\left(C + \frac{h}{l}\, g\right)$$

per conseguenza

$$C = \frac{r}{2} \cdot \frac{hhcc}{l^3} - \frac{h}{l}\, g$$

Sia infine $\frac{3}{2}\pi - \Phi = \chi =$ l'angolo acuto della gamba colla verticale, delle due formole principali divengono:

$$-\mu P + \frac{rhhcc}{l^3} - \frac{2h}{l}\, g + 3g \cos \chi = 0 \quad (1)$$

$$\frac{rhhcc}{2l^3} - \frac{h}{l} g + g \cos\chi = \frac{rl}{2} \cdot \frac{d\chi^2}{du^2} \text{ (II)}.$$

Differenziando l'ultima equazione (II), si vede che il movimento del punto m', relativo al punto m, è sottoposto alla legge dell'acceleramento che si applica ad un pendulo circolare della lunghezza rl, vale a dire che

$$g \sin\chi = - rl \frac{d^2\chi}{du^2}$$

Ma la stessa equazione (II) dà la velocità del pendulo nella sua orbita come funzione dell'angolò d'allontanamento χ. Ora siccome, per $u = o$, istante in cui è sollevata la gamba,

$$\cos\chi = \frac{h}{l},$$

si ha per tale istante

$$\frac{hhcc}{l^4} = \frac{d\chi^2}{du^2},$$

o

$$\frac{h}{l} c = l \frac{d\chi}{du}$$

eguale alla celerità retrograda del pendulo nella sua orbita, alla distanza $= l$ dal punto di sospensione, vale a dire nel punto terminale inferiore della gamba che oscilla. Ciò pure immediatamente risulta dalla equazione riferita sopra, che si applicava all'istante $u = o$, $c + rh \frac{d\Phi}{du} = (1 \frac{rhh}{ll}) c$, quando si sostituisce $\frac{d\chi}{du}$ a $\frac{d\Phi}{du}$. Ma la velocità $\frac{h}{l} c$ è la velocità c del punto m, valutata secondo la direzione della tangente dell'orbita (perpendicolare alla linea mm') al momento $u = o$, in cui si alza la gamba, ciò che bisognava provare.

L'equazione I fa conoscere la forza P che agir deve sul punto m, per soddisfare all'ammessa condizione di una celerità uniforme ed orizontale di codesto punto m.

§ 129. *La celerità del punto* m' *nel momento in cui la gamba si rimette sul suolo, è quasi eguale alla somma delle celerità del tronco* m *e della celerità di oscillazione necessaria per rimuovere la gamba in quell'istante.*

La celerità del punto m', in direzione orizzontale, è, giusta il § precedente.

$$\frac{dx'}{du} = c - rl \sin\Phi . \frac{d\Phi}{du} = c - rl \cos\chi . \frac{d\chi}{du},$$

ed in direzione orizzontale (poichè secondo il § precedente, $y' - y = rl \sin\Phi$,

e $\frac{3}{2}\pi - \varphi = \chi$, e $y = h$)

$$\frac{dy'}{du} = rl \sin \chi . \frac{d\chi}{du};$$

per conseguenza il quadrato della sua celerità assoluta

$$= rrll \frac{d\chi^2}{du^2} - 2rlc \cos \chi \frac{d\chi}{du} + cc.$$

Se ora consideriamo il momento in cui la gamba oscillante ricade sul suolo, vediamo che, nel camminare quanto mai rapido (giusta il § 124, e secondo il principio della situazione iniziale § 125),

$$\chi = 0;$$

imperocchè, nel più rapido camminare (giusta il § 124), il piede anteriore posa sul suolo nello stesso momento che si alza il piede posteriore; ma, nel momento in cui si alza il piede posteriore, la gamba anteriore deve,. (secondo il principio della situazione iniziale, § 125) essere verticale, e quindi l'angolo χ cui forma colla verticale $= 0$. Da ciò risulta che il quadrato della celerità del punto m' al momento in cui la gamba si posa a terra, nel camminare quanto mai rapido,

$$= \left(c - rl \frac{d\chi}{du}\right)^2,$$

o che, nel più rapido camminare, la celerità del punto m' in quell'istante riesce eguale alla somma della celerità c del punto m e della celerità del pendulo nella sua orbita, $= - rl \frac{d\chi}{du}$. Siffatta proposizione si applica anche approssimativamente al più lento camminare, vale a dire sinchè il valore di χ al momento dell'appoggio della gamba è piccolo, o che $\cos \chi$ poco differisce da 1. Si deduce pure immediatamente la stessa conseguenza dal fatto che il momento relativo del punto m' verso m è sottoposto alla legge del pendulo, e che al momento dell'appoggio il punto m' è vicino al mezzo dell'estensione delle sue oscillazioni, per conseguenza si muove quasi orizzontalmente, vale a dire parallelamente al punto m,

§ 130. *Trovare la forza viva che viene comunicata al punto* m' *dal punto* m *nel tempo* t *che il corpo posa sopra una gamba.*

Se, per l'equazione $g \sin \chi = - rl \frac{d^2\chi}{du^2}$ (§ 128), supponiamo per approssimazione (precisamente come si fa quando si tratta del pendulo),

$$g\chi = - rl \frac{d^2\chi}{du^2},$$

allora

$$\chi = a \cos b\,(u - \alpha)$$
$$\frac{d\chi}{du} = ab \sin b\,(u - \alpha)$$

$$\frac{d^2\chi}{du^2} = - abb \cos b\,(u - \alpha) = - bb\chi = - \frac{g}{rl}\,\chi,$$

per conseguenza $bb = \frac{g}{rl}$. Facciasi $T = \pi\sqrt{\frac{rl}{g}} = \frac{\pi}{b}$, si ha per

$$u - \alpha = o,\ \chi = a$$
$$u - \alpha = T,\ \chi = a$$
$$u - \alpha = 2T,\ \chi = a^2, \text{ e via dicendo}$$

vale a dire che T è la durata della oscillazione, e $b = \frac{\pi}{T}$.

Inoltre, giusta il § 128, allorquando, nella equazione (II), si fa $\chi = o$, si ha

$$\frac{d\chi^2}{du^2} = \frac{hhcc}{l^4} = \frac{2g}{rl} \cdot \frac{l - h}{l}$$

ove si può dare a $\frac{l-h}{l}$ il valore $\frac{pp}{2ll}$, perchè, per l'istante $u = o$, in cui si alza la gamba, $\frac{lh}{l} = \sin vers\,\chi$, et $\frac{p}{l}\ \sin\chi$, donde si trova $\frac{l-h}{l} = \frac{pp}{2ll}$, quando si pone χ per $\sin\chi$. Si ha dunque per $\chi = o$

$$\frac{d\chi^2}{du^2} = \frac{hhcc}{l^4} + \frac{ppg}{3l^3} = aabb = aa\,\frac{g}{rl}$$

o

$$a = \frac{p}{l}\sqrt{1 + \frac{rhcc}{glpp}}.$$

Se si dà a c il valore $\frac{p}{\tau}$, ove τ dinota la durata del passo, ed a

$\sqrt{1 + \frac{rhhcc}{glpp}} + \sqrt{1 + \frac{rhh}{gl\tau\tau}}$ la lettera n, allora

$$a = \frac{np}{l} = \frac{p}{l}\sqrt{1 + \frac{rhh}{gl\tau\tau}}$$

Infine, siccome, per $u = o$, χ dev'essere $= \frac{p}{l}$, convien pure che

$$\frac{p}{l} = a \cos b\, \alpha = \frac{np}{l} \cos \frac{\pi}{T} \alpha$$

o

$$\alpha = \frac{T}{\pi} \operatorname{arc} \left(\cos = \frac{1}{n} \right).$$

Ora, giusta il § 129, la celerità del punto m', alla fine del tempo u, era

$$= c - rl \frac{d\chi}{du} = c + rlab \sin b\,(u - \alpha).$$

Il quadrato di codesta celerità, moltiplicato per la massa m', dà la forza viva che possede il punto m' alla fine del tempo u,

$$= m' \left(c + rlab \sin b\,(u - \alpha) \right)^2,$$

per conseguenza per $u = t$

$$= m' \left(c + rlab \sin b\,(t - \alpha) \right)^2$$

ove $a = \frac{np}{l} = \frac{p}{l} \sqrt{1 + \frac{rhh}{gl\tau\tau}}$, $b = \frac{\pi}{T}$ e $\alpha = \frac{T}{\pi} \operatorname{arc} \left(\cos = \frac{1}{n} \right)$.

Ma, giusta il § 128, la celerità del punto m' al principio del momento t, immediatamente innanzi l'elevazione della gamba, era

$$= (1 - r)\, c$$

per conseguenza, la sua forza viva

$$= m' (1 - r)^2\, cc;$$

l'accrescimento di forza viva, nel momento di forza t, è dunque

$$m' \left(c + rlab \sin b\,(t - \alpha) \right)^2 - m' (1 - 2)^2\, cc.$$

§ 131. *Trovare la forza viva che riceve il corpo, nel tempo τ di un passo, dalla gamba appoggiata sul suolo.*

Sia, nella fig. 31, b il piede su cui solo posa il corpo nella prima parte della durata d'un passo, il tempo t; che durante questo tempo il centro del corpo si muova da c a c'; che d sia la situazione del centro del corpo alla fine del momento u, porzione variabile del tempo t (che scorso dal principio del passo, collocando tal principio all'istante in cui il corpo si posa sopra una sola gamba, e nel quale, conformemen-

te al principio della situazione iniziale, § 125, il centro del corpo si trova verticalmente al di sopra del punto in cui quella gamba si appoggia sul suolo), che $cd = x$ alla fine del tempo u, durante il quale il centro del corpo si allontana orizzontalmente dalla gamba in riposo, od in altri termini alla fine del cammino percorso dal centro del corpo nel tempo u: finalmente che $bc = h$, distanza verticale fra il centro del corpo d e la gamba in riposo b. Siccome, giusta il principio della direzione dell'estenzione (§ 125), la forza estensiva della gamba bd cerca di allontanare l'uno dall'altro, in linea retta, i punti terminali b e d di questa gamba, così si può, secondo il parallellogrammo delle forze, decomporla in forza orizzontale A proporzionale a x, ed in forza verticale B, proporzionata a h, per l'istante du, alla fine del periodo u. Si ha dunque

$$A : B = x : h,$$

g indicando la gravità del corpo, il principio del grado dello sforzo (§ 125) vuole che

$$B = g,$$

attesochè la porzione verticale della forza di estensione deve fare equilibrio alla gravità del corpo, per conseguenza

$$A = \frac{gx}{h}.$$

Nella seconda porzione della durata del passo, il tempo $\tau - t$, la forza

$$-\frac{g(p = x)}{h}$$

agisce sul centro del corpo, come si vede da una deduzione analoga, avvertendo al § 127, il quale c'insegna che durante codesto tempo la gamba di avanti, nuovamente sollevata, fa sola sforzo contro il suolo. Dietro ciò, si trova che l'acceleramento per la forza estensiva della gamba per tutto il periodo t d'un passo (quando si suppono $x = cu$) è

$$= \int_0^t \frac{g}{h}\, cudu - \int_t^\tau \frac{g}{h}\,(p - cu)\,du = \frac{gc}{2h}\,\tau\tau - \frac{gp}{h}\,(\tau - t)$$

oppure, perchè $c = \frac{p}{t}$,

$$= \frac{gp}{2h}\,(2t - \tau)$$

Ma in questa ipotesi, la velocità del corpo non è accresciuta da codesto acceleramento: è soltanto mantenuta (*vedi* il § 125). Ora, con tale velocità, un debbole acceleramento γ aumenterebbe la forza viva del corpo Mcc, e la farebbe $2Mc\gamma$. Ora siccome c è costante, l'acceleramento totale, moltiplicato per 2Mc dà la forza viva che il corpo perderebbe senza quell'acceleramento; per conseguenza, la forza viva che riceve il corpo della gamba appoggiata nel tempo τ di un passo

$$= \frac{gp}{h}(2t - \tau)\, Mc,$$

ove M dinota la massa del corpo, che può qui esser presa approssimativamente per la massa del tronco $= m$ e la massa della gamba oscillante $= m'$, per conseguenza, $M = m + m'$. Siccome, inoltre, $c = \frac{p}{\tau}$, si ottiene, con questo ultimo valore, la seguente espressione

$$\frac{(m + m')\, gpp}{h} \cdot \frac{2t - \tau}{\tau}$$

per la forza viva che la gamba appoggiata comunica al corpo nel tempo t di un passo.

§ 132. *Trovare il rapporto della porzione* t *della durata del passo* τ *nella quale il corpo posa sopra una sola gamba, alla durata totale del passo* τ.

Giusta il § 129, avevasi

$$\frac{dx'}{du} = c - rl \cos \chi \cdot \frac{d\chi}{du}.$$

Questa equazione moltiplicata per du ed integrata, dà

$$x' = cu - rl \sin \chi + C,$$

ove il valore delle costanti dev'essere $= rp$, affinchè $x' = o$ per $u = o$, perchè $\sin \chi = \frac{p}{l}$ — per $u = o$ (*vedi* § 130). Inoltre, si può, secondo il § 130, scrivere χ per $\sin \chi$. Dunque

$$x' = cu - rl\chi + rp.$$

Ora, giusto il § 9,

$$\chi = a \cos b\, (u - \alpha) = \frac{np}{l} \cos \frac{\pi}{T} (u - \alpha)$$

per conseguenza

$$x' = cu + rp - rnp \cos \frac{\pi}{T} (u - \alpha)$$

o per $u = t$

$$x = ct + rp - rnp \cos \frac{\pi}{T} (t - \alpha)$$

Che la figura 32 rappresenti $mm'A$ la situazione della gamba al momento $u = o$,

e mm' C, la situazione della gamba al momento $u = t$, si ha

$$mm = ct;\ m\,m' = x'\ ;\ AC = 2p$$

e

$$ct : x' : 2p = z : z + r : z + 1$$

donde risulta, per rispetto a $c = \frac{p}{\tau}$

$$x' = ct + r\ (\ 2\tau - t\ )\ c,$$

per conseguenza

$$rp - rnp\ cos \frac{\pi}{T}\ (\ t - \alpha) = r\ (\ 2\tau - t\ )\ c,$$

o

$$1 - n\ cos\ \frac{\pi}{T}\ (t - \alpha) = \frac{2\tau - t}{\tau},$$

dal che,

$$\frac{t}{\tau} = 1 + n\ cos\ \frac{\pi}{T}\ (t - \alpha).$$

§ 133. *Trovare l'altezza* h *a cui il centro del corpo vien portato al di sopra del suolo.*

Ammettendo eguaglianza tra la forza viva che imprime il corpo alla gamba ondeggiante nel tempo t (il che non avviene nel rimanente della durata del passo, $\tau - t$ perchè ivi, giusta il § 128, il punto m ed il punto m' avanzano, il primo, colla celerità uniforme c, il secondo con la celerità uniforme ($1 - r$) c), e la forza viva ch'esso stesso riceve dalla gamba appoggiata nel tempo τ dell'intero passo, si adempie la condizione della traslazione costante (*vedi* il § 123), vale a dire che i movimenti del corpo si riproducono nello stesso modo in tutti i passi. Se dunque si pongono in equazione le espressioni trovate per queste due forze nei § 130 e 131, si ottiene

$$m'\ (\ c + r/ab\ sin\ b\ (\ t - a\ )\ )^2 - m'\ (1 - r)^3\ cc = \frac{m + m'}{h}\ gpp\ \frac{2t - \tau}{\tau},$$

oppure, stabiliti i valori di a e b giusta il § 130,

$$m'\ (\ c + rnp\ \frac{\pi}{T}\ \ sin\ \ \frac{\pi}{T}\ (t - a)\ )^2 - m'\ (1 - r)^2\ cc = \frac{m + m'}{h}$$

$$gpp.\ \frac{2t - \tau}{\tau},$$

per conseguenza, sostituendo $\frac{p}{\tau}$ a c e μ a $\frac{m'}{m}$,

$$h = \frac{(\mu + 1)\, g\, (2t - \tau)\, \tau}{\left(1 + r n \tau \frac{\pi}{T} \sin \frac{\pi}{T} (t - a)\right)^2 - (1 - r)^2}$$

§ 134. *Leggi del camminare nella traslazione orizzontale del tronco.*
Trovammo le leggi seguenti pel movimento delle gambe nel camminare, cioè:

(1) giusta il § 126,

$$hh + pp = ll;$$

(2) giusta il § 132,

$$\frac{t}{\tau} = 1 + n \cos \frac{\pi}{T} (t - a);$$

(3) secondo il § 133,

$$h = \frac{(\mu + 1)\, g\, (2t - \tau)\, \tau}{\left(1 + r n \tau \frac{\pi}{T} \sin \frac{\pi}{T} (t - a)\right)^2 - (1 - r)^2}$$

ove, conforme al § 130,

$$n = \sqrt{1 + \frac{rhh}{gl\tau\tau}},\ a = \frac{T}{\pi} \operatorname{arc}\left(\cos = \frac{1}{n}\right),\ r = \frac{g}{l}\ \frac{TT}{\pi\pi}.$$

Così abbiamo quante equazioni occorrono per calcolare la lunghezza del passo p secondo la durata di questo passo τ, o in generale secondo i quattro termini variabili nel camminare, p, τ, h, t. Gli altri termini contenuti in quelle equazioni sono valori costanti, e devono essere determinati innanzi tratto per poter fare l'applicazione nella teoria.

§ 135. *Circa la necessità ed i vantaggi d'un piccolo abbassamento del tronco alla fine di ciascun passo nell'uomo.*

Le leggi di camminare che ora abbiamo stabilito senza considerare il volume e la forma delle membra dell' uomo, si applicano al caso supposto d'un moto orizzontale continuo del centro del corpo. Ma *nell'uomo*, codesta traslazione orizzontale del centro del corpo non avviene realmente che in modo parziale,e si affaccia il quesito se i lievi allontanamenti dalla linea orizzontale che si osservano un istante a ciascun passo, non sieno essenziali e necessarii al camminare, in ragione della forma particolare e del volume dei membri umani.

Attente osservazioni c'insegnano che verso la fine di ciascun passo, ed anche già verso la fine del tempo t, in cui il corpo posa sopra una sola gamba, il centro del corpo si abbassa alquanto al di sotto della linea orizzontale, nella quale d' altronde si muove. Da ciò concludiamo che, nell'ultima porzione del tempo t, ed innanzi l'istante in cui l'altra gamba si posa sul suolo ed arriva ad essere perpendicolare, cade alquanto il corpo, perchè cessa un momento di agire la forza estensiva, ma che, nell' istante in cui l'altra gamba giunge a trovarsi verticale, di altrettanto si rialza.

Cotale abbassamento del corpo alla fine di ciascun passo non è realmente solo un

dato d'osservazione; possiamo dimostrarne la necessità, trovare nella struttura del corpo umano la causa per cui, senza un'abbassamento, almeno leggero, del tronco a ciascun passo, non potrebbe l'uomo camminare, e spiegare come quel debole abbassamento gli rende possibile la progressione. Senza di esso, infatti, il tronco sarebbe troppo accelerato nel rapido comminare, e se la velocità del tronco fosse troppo grande, se il valore e la durata della oscillazione T nel tempo t fosse invariabile, la gamba ondeggiante non potrebbe ricondurre il corpo, almeno senza un dispendio speciale di forza muscolare, che è precisamente destinata ad evitare l'oscillazione della gamba spinta dalla propria sua gravità.

Se consideriamo dapprima il caso del camminare rapido quanto mai, nel quale $\chi = o$. ovvero $\tau = t$ (*vedi* il § 129), otteniamo colla sostituzione di questi valori nelle equazioni del § precedente:

(1) $hh + pp = ll$

(2) $t = \tau = \frac{1}{2}\mathrm{T} + a$.

(3) $$h = \frac{(\mu + 1)\, g\, (\frac{1}{2}\mathrm{T} + a)^2}{(1 + rn\pi(\frac{1}{2} + \frac{a}{\mathrm{T}}))^2 - (1 - r)^2}$$

(4) $$n = \sqrt{1 + \frac{\gamma hh}{lg(\frac{1}{2}\mathrm{T} = a)^2}}$$

$$= \frac{\mathrm{T}}{\tau}\ arc\,(\cos = \frac{1}{n})$$

(6) $$r = \frac{g}{l}\ \frac{\mathrm{TT}}{\pi\pi}.$$

Se prendiamo, per esempio,

$$\mathrm{T} = 0''6;\ \mu = 2{,}4255;\ l = 0^{m}95;\ g = 9{,}81163;$$

abbiamo

$$r = 0{,}3767$$
$$n = 1{,}2525$$
$$a = 0{,}1178$$
$$h = 1{,}5676$$

Ma la possibilità del camminare suppone che h sia più piccola che l. Ora, siccome h fu trovata molto più grande, se ne deve concludere che il camminare senza verun abbassamento del corpo (alla fine di ciascun passo) non è altrimenti possibile nel caso supposto, e, come lo si vede di leggieri, non lo è quasi mai nell' uomo

(almeno quando l'aria od altre circostanze esterne non oppongono grande resistenza alla persona che cammina). Se μ fosse molto più piccolo, per esempio $= 1$ (il che non avviene in nessuno) h diverrebbe $= 0^{m},915$, per conseguenza più piccola di l; allora sarebbe possibile il camminare senza abbassamento del corpo alla fine di ciascun passo.

Ma un lieve abbassamento del corpo alla fine di ciascun passo rende possibile il camminare: giacchè se la forza d'estensione non accelera il tronco per tutto il tempo t, ma solo in una porzione di questo tempo, e cessi l' efficacia di codesta forza precisamente alla fine del tempo t, in cui il corpo si accelererebbe maggiormente nella sua carriera orizzontale, si vede bensì che il corpo cadrà alquanto, e sarà poi rialzato dall'altra gamba, quando essa arriva ad essere verticale; ma si riconosce altresì che quest'ultima azione della forza d'estensione, appunto per esser essa verticale, non si accompagna ad acceleramento orizzontale del corpo; chè in conseguenza la porzione dell'acceleramento, che avrebbe avuto luogo senza l'abbassamento del corpo alla fine del tempo t, si annulla realmente pel fatto di tale abbassamento. Il sollevamento verticale del corpo all'istante in cui la gamba anteriore giunge a trovarsi perpendicolare, può essere prodotto prontissimamente da questa gamba, e non solo senza che ne risulti alterazione alcuna nel moto orizzontale del corpo, ma eziandio senza che il corpo, pervenuto alla giusta altezza, continui ad elevarsi, perchè i muscoli della gamba s'irrigidiscono ad un tratto, nella stessa guisa che si può alzare il braccio rapidissimamente ed arrestarlo repentinamente, tenendo ad un tratto dritto i muscoli di questo membro.

Chiameremo ϑ quest' ultima porzione del tempo τ, durante la quale cade il corpo (immediatamente innanzi il momento in cui la gamba anteriore arriva alla situazione verticale, ed in cui si solleva la posteriore). Volendo calcolare l'influenza che esercita il sospendimento d'azione della forza di estensione durante il tempo ϑ, egli è chiaro che quando $\vartheta \underset{>}{=} \tau - t$, l'acceleramento del corpo mediante la forza di estensione della gamba per l' intera durata di un passo (giusta il n. 131) diviene

$$= \int_{0}^{\tau - \vartheta} \frac{g}{h}\, cudu = \frac{gc}{2h} (\tau - \vartheta)^2$$

oppure, perchè $c = \frac{p}{\tau}$

$$= \frac{gp}{2h} \cdot \frac{(\tau - \vartheta)^2}{\tau}.$$

Da ciò si trova la forza viva che riceve il corpo dalla gamba appoggiata durante il tempo τ di un passo, moltiplicando il valore trovato dell' acceleramento per 2

$(m + m')\, c = 2\,(m + m')\, \frac{p}{\tau}$ (*vedi* § 131), vale a dire

$$= \frac{m + m'}{h}\, gpp \cdot \frac{(\tau - \vartheta)^2}{\tau\tau}.$$

Sostituendo questo valore nel § 133, si trova

$$m'\left(c + rnp\,\frac{\pi}{T}\,\sin\frac{\pi}{T}\,(t-a)\right)^2 - m'(1-r)^2\,cc = \frac{m+m'}{h}\,gpp.\,\frac{}{(\tau-\vartheta)^2},$$

oppure se si sostituisce $\frac{p}{\tau}$ a c, e μ a $\frac{m}{m'}$,

$$h = \frac{(\mu+1)\,g\,(\tau-\vartheta)^2}{\left(1+rn\tau\,\frac{\pi}{T}\,\sin\frac{\pi}{T}\,(t-a)\right)^2-(1-r)^2}$$

Non solamente si può provare la necessità che in ragione della costruzione dei suoi organi locomotori, l' uomo, quando non incontri ostacolo, lasci cadere il suo corpo per un breve spazio di tempo ϑ, alla fine di ciascun passo (innanzi che la gamba anteriore giunga ad essere perpendicolare sul suolo, e si sollevi la posteriore), ma eziandio si pervenne a dimostrare i vantaggi che risultano dalla giusta misura di codesto tempo ϑ, durante il quale cade il corpo

1° Una giusta misura del tempo ϑ, durante il quale il corpo cade permette che la lunghezza del corpo p del passo sia considerabilmente ingrandita, senza che l'abbassamento necessario del centro del corpo alla fine di ciascun passo ne sia molto accresciuto relativamente alla sua distanza dal suolo. Infatti si vede dapprima che non solo un valore di ϑ rende il camminare possibbile, ma che questo valore può divenire più grande o più piccolo, entro certi limiti, senza pregiudicare alla possibilità del camminare. Si ricerca poi se la lunghezza p del passo dipende dal valore che acquista ϑ e, fallendo tale caso, qual è il valore di ϑ che permette la maggiore lunghezza possibile del passo, l'abbassamento del centro del corpo rimanendo piccolo quantomai per rispetto alla sua distanza dal suolo. La risposta a questi due quesiti sorte dalle considerazioni seguenti:

Si sa che nel tempo ϑ il corpo si abbassa dello spazio $\frac{1}{2}\,g\vartheta\vartheta$, in cui g, l'acceleramento per la gravità è $= 9{,}81163$ (fatta estrazione dalla correzione resa necessaria dallo spazio pieno d'aria), prendendo il metro ed il secondo per misure di lunghezze e di tempo. Dunque, alla fine di ciascun passo, la distanza del centro del corpo non è più $= h$, come precedentemente, ma

$$= h - \frac{1}{2}\,g\vartheta\vartheta.$$

Ma, giusta il § 126, codesta distanza verticale fra il centro del corpo e del suolo, quale risulta alla fine del passo, forma con la lunghezza p del passo, e la lunghezza l' della gamba posteriore distesa, un angolo rettangolo, nel quale l' è l'ipotenusa (indichiamo qui la lunghezza della gamba distesa con l', per distinguerla da l che abbiamo ammessa precedentemente, $= \sqrt{pp+hh}$, il che pure accadrà

in seguito: precedentemente, quando non ammettevamo abbassamento del centro del corpo, la lunghezza della gamba distesa era $= \sqrt{pp + hh}$; ma non è più questo il caso, cosicchè impiegar dobbiamo un segno particolare per dinotare la lunghezza della gamba distesa). Ora dunque, secondo il teorema di Pitagora, si ha

$$(h - \frac{1}{2} g\vartheta\vartheta)^2 + pp = l'\,l',$$

dal che, essendo dato l', cresce p quando $h - \frac{1}{2} g\vartheta\vartheta$ decresce.

Le due condizioni precedentemente requisite, cioè che la lunghezza del passo sia grande quanto mai, e l'abbassamento del centro del corpo alla fine di ciascun passo quanto mai lieve relativamente alla sua distanza dal suolo, ora si trovano adempiute allorquando si stabilisce l'altezza h e le due sue parti $\frac{1}{2} g\vartheta\vartheta$ e $h - \frac{1}{2} g\vartheta\vartheta$, talchè l'ultima parte sia la più grande, ed il prodotto delle due parti sia un massimo. Mentre, poichè l'abbassamento del centro del corpo, relativamente alla sua distanza dal suolo, deve essere lieve quanto mai, fa dimestieri che $\frac{1}{2} g\vartheta\vartheta$ sia soltanto una piccola frazione di h, più piccola al certo di $\frac{1}{2} h$. Ma se $\frac{1}{2} g\vartheta\vartheta$ è più piccolo di $\frac{1}{2} h$, $h - \frac{1}{2} g\vartheta\vartheta$ è tanto più piccolo (ovvero p tanto più grande) per un dato h, quanto è maggiore cotesto prodotto; del pari, per un $\frac{1}{2}$ dato, $g\vartheta\vartheta$, $\frac{\frac{1}{2} g\vartheta\vartheta}{h}$ (vale a dire l'abbassamento del centro relativamente alla sua distanza dal suolo) è tanto piu piccolo quanto più è grande quel prodotto. Le due condizioni sono dunque adempiute il meglio possibbile allorchè si scegliono i valori h e $\frac{1}{2} g\vartheta\vartheta$, talche sia un massimo codesto prodotto,

Se adunque facciamo

$$\frac{1}{2} g\vartheta\vartheta \left(h - \frac{1}{2} g\vartheta\vartheta \right) = \text{massimo}$$

e che ad h sostituiamo il valore precedentemente trovato $h = k(\tau - \vartheta)^2$, ove

$$k = \frac{(\mu + 1)\,g}{\left(1 + ru\tau \frac{\pi}{T} \sin \frac{\pi}{T}(t - a)\right)^2 - (1 - r)^2}$$

otteniamo

$$\frac{1}{2} g\vartheta\vartheta \left(k (\tau - \vartheta)^2 - \frac{1}{2} g\vartheta\vartheta \right) = \text{massimo.}$$

Ora cerchiamo di calcolare da ciò ϑ per un dato τ. Ma essendo dato τ, lo è approssimativamente pure k (quale risulta da ciò che, siccome trovammo sopra, $\frac{gp}{2h} \cdot \frac{(\tau - \vartheta)^2}{\tau} = \frac{gp}{2k\tau}$ è l'acceleramento orizzontale del corpo per la forza di estensione nella durata di un passo, e che questo acceleramento deve essere all'incirca proporzionale per una data durata della lunghezza del passo). Se, in conseguenza, riguardiamo come costanti, non solo τ ma anche approssimativamente k, e non si diversifichi l'equazione precedente se non rispetto a ϑ, si ottiene

$$k (\tau - \vartheta)^2 - k (\tau - \vartheta) \vartheta - g\vartheta\vartheta = 0,$$

o

$$\vartheta = \frac{3 - \sqrt{1 + 4 \frac{g}{k}}}{2 - \frac{g}{k}} \cdot \frac{\tau}{2}.$$

2° Una giusta misura del tempo ϑ, nel quale cade il corpo, può rendere il camminare indipendente da diverse influenze esterne, indipendenza che si osserva realmente in tutti i pratici camminatori. Infatti, qualunque si sieno le varie influenze perturbatrici esterne, si può sempre misurare il tempo ϑ in modo che tali influenze sieno compensate da quella delle differenze di ϑ. Imperocchè, se il camminare incontra altra resistenza che quella, la quale vi si trova necessariamente congiunta, e che proviene dal suolo su cui si regge la gamba appoggiata, se, a cagion d'esempio, una ne trova da parte dell'aria, quando non si muove questa con velocità eguale nella stessa direzione della persona che cammina, ma si muove o dall'innanzi all'indietro, o dall'indietro all'innanzi rispetto a quella persona, sta in chi cammina di lasciar cadere il suo corpo, innanzi la fine di ciascun passo, per un tempo od alquanto più breve od alquanto più lungo, vale a dire di diminuire od accrescere il valore di ϑ, e ciò in modo che l'incremento o la minorazione d'influenza della forza d'estensione sull'acceleramento orizzontale del corpo faccia equilibrio, in ogni caso, alle influenze esterne variabili che sconcerterebbero il camminare. Realmente si osserva che l'uomo, quello almeno avvezzo a camminare, si mostra, nel suo camminare, indipendente da codeste influenze perturbatrici, purchè non oltrepassino certi limiti. Dunque gli organi locomotori dell'uomo sono, anche sotto tale rapporto, costrutti in modo che, nel caso normale di cui ci siamo occupati, ed in cui non opera nessuna influenza perturbatrice esterna, un lieve abbassamento del tronco alla fine di ciascun passo è necessario per compensare le influenze di ogni specie, per esempio quella del vento, sia sfavorevole o propizio, ora scemando ed ora accrescendo quell'abbassamento. Si vede di leggieri che un'aria tranquilla ed un vento contrario esige la minorazione dell'abbassamento, e che un vento favorevole,

quando è più rapido dell'andare del camminatore, ne richiede, all'opposto, l'accrescimento, il che effettivamente si osserva.

§ 136. *Leggi del camminare riguardo all'abbassamento del corpo, alla fine di ciascun passo, il più vantaggioso per l'uomo.*

Le leggi del camminare da noi sinora trovate riguardo all'abbassamento del corpo, alla fine di ciascun passo, il più vantaggioso per l'uomo, sono le seguenti:

giusta il § 126,

$$hh + pp = ll \quad (1);$$

giusta il § 135,

$$(h - \frac{1}{2} g\vartheta\vartheta)^2 pp = l'l' \quad (2):$$

secondo il § 132,

$$\frac{t}{\tau} = 1 + n \cos \frac{\pi}{T} (t - a.) \quad (3);$$

secondo il § 135,

$$h = k (\tau - \vartheta)^2 \quad (4);$$

giusta il § 135,

$$\vartheta = \frac{3 - \sqrt{1 + 4\frac{9}{k}}}{2 - \frac{9}{k}} \cdot \frac{\tau}{2} \quad (5);$$

ove, conforme al § 130,

$$n = \sqrt{1 + \frac{rhh}{lg^{\tau\tau}}}\,; \; a = \frac{T}{\pi} \; arc\,(\cos = \frac{1}{n});$$

secondo i §§ 134 e 135,

$$r = \frac{g}{l} \cdot \frac{TT}{\pi\pi}\,; \; k = \frac{(\mu + 1)\,g}{(+ rn^{\tau} \frac{\pi}{T} \sin \frac{\pi}{T} (t - a))^2 - (1 - r)^2}$$

I valori π, g, l', T, μ vogliono essere preventinamente conosciuti: tutti gli altri si ottengono mediante il calcolo dato che sia uno di essi, giacchè abbiamo nove equazioni per dieci valori ignoti: l, h, p, τ, t, ϑ, r, n, a, k.

Ora, deriva da ciò, per esempio pel più rapido camminare, in cui $\tau = t = \frac{1}{2}$ T $+ a$, allorchè si assegna a l', T e μ i seguenti valori:

$$l' = 0^{m}95\,; \; T = 0''6; \; \mu = 2{,}4255,$$

che

$$l = 1{,}011$$

$$h = 0{,}629$$
$$p = 0{,}791$$
$$\tau = t = 0{,}361$$
$$\vartheta = 0{,}145$$
$$r = 0{,}354$$
$$n = 1{,}053$$
$$a = 0{,}061$$
$$k = 13{,}51;$$

e per l'accrescimento della durata del passo di $\frac{1}{100}$ di secondo, si hanno gli accrescimenti che seguono di b, h e p, da cui si possono facilmente dedurre anche gli altri:

$$dt = 0{,}0054$$
$$dh = 0{,}0159$$
$$dp = 0{,}0057.$$

In siffatto esempio, abbiamo con intenzione preso il valore di T alquanto più piccolo di quello l'avevamo trovato nel capitolo precedente, § 100, mediante esperienze sopra una gamba pendente liberamente od oscillante come un pendulo. Quivi, infatti, avevamo trovato il valore di T=0″693, mentre, nell'esempio presente, lo valutiamo = 0″6. Il motivo che ne fa così agire si è che, quando la gamba oscilla nel camminare, non pende liberamente in tutta la sua lunghezza, come nelle precitate esperienze, ma forma un pendulo assai più corto che in quelle esperienze, e quindi anche oscilla molto più rapidamente. Ora essa bensì descrive, nel camminare, massime rapido quanto mai, un arco assai più grande che nelle esperienze del § 100, ma l'acceleramento dell'oscillazione mediante considerabilissimo raccorciamento della gamba oscillante nel camminare supera di gran lunga l'accorciamento della oscillazione per l'ingrandimento dell'arco descritto. Ne deriva che la legge trovata per via di misure prese sul camminare, cioè che, nel camminare rapido quanto mai, la durata dei passi riesce eguale alla durata d'una semi-oscillazione della gamba liberamente pendente (§ 102), benchè la forte contrazione della gamba nel camminare molto abbrevii la durata della oscillazione, con ciò si spiega che, siccome lo dimostra la teoria, la gamba non oscilla all'innanzi sin dal primo momento che trovasi sollevata, ma incomincia coll'oscillare dapprima alquanto all'indietro, e che il tempo che impiega per descrivere codesta prima oscillazione retrograda, eguaglia all'incirca il tempo, del quale la semi-durata della oscillazione della gamba si trova diminuita pel suo accorciamento.

Si vede, inoltre, che tutte le altre osservazioni da noi fatte sul camminare si spiegano mediante le leggi precitate. Così per esempio, queste leggi spiegano:

1° Perchè la durata del passo nel camminare abbia un limite, e quale sia questo limite;

2° Perchè abbia un limite la velocità del camminare, e quale limite essa abbia;

4° Perchè la lunghezza dei passi diminuisce quando cresce la durata dei passi.

Se a ciò si aggiunge quanto abbiamo dimostrato nel paragrafo precedente, cioè che con ciò spieghiamo:

5.° Perchè si abbassa alquanto il tronco alla fine di ciascun passo;

6.° Perchè tale abbassamento del tronco a ciascun passo è minore con vento contrario, più considerabile con vento propizio, e perchè si può proseguire il cammino liberamente, benchè variino le circostanze perturbatrici esterne;

Se finalmente si aggiunge che i valori assoluti che furono dedotti approssimativamente dalla teoria, si accordano perfettamente coi risultati dell' esperienza, quei numerosi accordi tra l'osservazione e la teoria sembrano provare che questa rappresenta la meccanica degli organi locomotori in modo conforme alla natura, nei suoi punti più essenziali e più importanti.

§ 137. *Applicazioni della teoria del camminare alla determinazione della influenza che il portar pesi esercita su quest'ultimo.*

La teoria del camminare da noi stabilita nei precedenti paragrafi si presta anche ed un genere particolare d'applicazione, che consiste nel determinare quale influenza il portar pesi diversamente gravi eserciti sul camminare. Daremo quì uno sbozzo almeno generale di codest'applicazione. Si vede che il portar peso accresce la massa m, mentre m' non comporta alcun cangiamento. Il valore di $\mu \frac{m'}{m}$ si trova dunque da ciò accresciuto. Infatti, un peso che poco ancora impedisca il camminare può accrescere il valore μ di più di una unità. Abbiamo dunque, nel paragrafo precedente ammesso per μ un valore medio, cioè $\mu = 2,4255$. Se si prendesse questo valore di μ più piccolo, la lunghezza del passo diverrebbe alquanto maggiore, ed alquanto più breve la durata del passo. Risulterebbe l' inverso da un peso piu grave e renderebbe anche μ più grande. Ora tutto ciò egualmente si accorda colla esperienza, la quale ne insegna che quando si portano pesi si fanno passi piu piccoli, e si eseguiscono piu lentamente, se non quando si cammina del tutto libero.

§ 138. *Istruzione per disegnare figure che camminino.*

Già dicemmo nel § 121, di avere anche sottoposta la nostra teoria alla prova del disegno, che l'avea confermata. I nostri disegni dei diversi momenti d'un passo, tracciati secondo le regole di codesta teoria, eseguiti giusta un processo additato da Faraday, e di cui si servì Stampfer nella scrittura stroboscopica, si presentano allo sguardo, successivamente ed accanto l'uno dell'altro, con tale ordine, che producono affatto naturalmente l'espressione di una figura che cammini. Molto sarebbe stato difficile l'eseguire rigorosamente tali disegni conforme alle esigenze della teoria, laonde, o con tal fine o in molti altri casi per dare una chiara idea dei principali punti della teoria, molto abbiamo semplificata la legge sviluppata nel § 136, adottando i valori di $n=1, r=1$ e $\vartheta=0$. Infatti, quando si tratta del tracciar semplici regole da seguirsi dal disegnatore nella rappresentazione di figure che camminino (scopo a cui non servirebbero regole complicate), e di rendere sensibili alla vista i punti principali della teoria, i valori di n, r e ϑ possono essere sostituiti, approssimativamente, ai loro valori reali, purchè in pari tempo si prenda pure per la costante μ non il valore ottenuto da una misura diretta, ma il valore dedotto da esperienze sul camminare. Allora le leggi del camminare si convertono nelle equazioni seguenti:

$$hh + pp = ll$$

$$t - \tau = \tau \cos \frac{\pi}{T} t$$

$$h = \frac{(\mu + 1)\, q}{\tau\tau}$$

$$(1 + \frac{\varpi}{T})^2.$$

Le nostre costruzioni furono eseguite giusta codeste leggi, le quali, invero, non rappresentano la teoria che nei suoi punti principali, e non possono essere impiegate se non quando si determini il valore di μ secondo le stesse esperienze sul camminare. Un metodo circostanziato sull'arte di disegnar figure che camminino (il quale troppo lungi ci porterebbe) esigerebbe, oltre le regole precedenti, una discussione rigorosa della contrazione della gamba distesa dopo che lasciò il suolo, vale a dire un esame esatto delle flessioni ed estensioni che comporta successivamente la gamba oscillante nelle sue diverse articolazioni (*Vedi* a tale proposito i §§ 14, 17, e 98).

Colle medesime leggi che ora abbiamo considerato come la base d'una istruzione sull' arte di disegnare figure che camminino, si accorda la maggior parte delle deduzioni contenute nella prima parte di quest'opera, che non era destinata se non a dare una idea generale dei principali punti della teoria del camminare.

Per rendere più facile lo scorgere i risultati che derivano da cotali regole così semplificate, sarà giovevole la tavola seguente, che fu calcolata giusta codeste leggi, giacchè vi si fece $(\mu + 1)\,g = 34{,}65$, $T = 0''7$ e $l = 0^m{,}95$.

Numeri	τ	t	h	p
1	0″350	0″350	0m642	0m700
2	0 414	0 372	0 727	0 611
3	0 422	0 375	0 736	0 600
4	0 432	0 378	0 749	0 585
5	0 446	0 382	0 765	0 564
6	0 465	0 387	0 786	0 533
7	0 494	0 395	0 817	0 484
8	0 512	0 406	0 864	0 395.

I numeri 1 e 3 sono rappresentati nelle figure 12 e 13; i numeri 1, 3 e 7 nelle figure 14, 15 e 16.

§ 139 *Sopra un modo particolare di lento camminare, il camminar grave o processionale.*

Sta nella natura delle cose che non si possa dare una teoria del camminare se non rispetto al camminare rapido, o che quivi solo almeno si possa trovare un accordo fra la teoria e l'esperienza, perchè le sole osservazioni fatte in un rapido camminare concordano insieme. Infatti, nel lento camminare, tante circostanze vi sono dipendenti dalla volontà di chi cammina, che non è realmente possibile il separare rigorosamente tutti i casi che possono presentarsi allora, ed il considerarli ciascuno a parte. Nel rapido camminare, quello specialmente che dura a lungo con minore sforzo possibile, l'influenza della volontà vien meno, e si può allora meglio riferire lo studio del fenomeno ad un caso normale da noi imparato a conoscere. Nello scopo che avevamo di comparare soltanto la nostra teoria alle osservazioni fatte sul rapido camminare, ci facemmo lecito due supposizioni, le quali non convengono effettivamente se non a questo caso, e sono: 1 che al momento in cui le due gambe posano sul suolo, l'anteriore forma sempre colla verticale un angolo più piccolo che la posteriore; 2 che la celerità del centro del corpo nella durata di un passo varia poco. (*Vedi* il § 4.)

Se si volesse passare alla considerazione del lento camminare, avvertir converrebbe che allora l'angolo che fa la gamba anteriore colla verticale nel momento in cui le due gambe posano sul suolo può, in certi istanti, divenire anche più grande dell'angolo cui fa colla vertic[illegible] la gamba posteriore, il che nessuna difficoltà oppo-

ne allo studio ; ma siffatta circostanza, allorchè si presenta, esercita grande influenza sul modo del camminare. Solo nel camminare assai lento si può incontrare il caso in cui la gamba anteriore, posandosi sul suolo, faccia colla verticale un angolo più grande di quello che fa in quel momento la gamba posteriore. Infatti, fa perciò di mestieri che la gamba oscillante non si appoggi se non quando quasi terminò la sua carriera di oscillazione, il che esige quasi la totalità del tempo T. In questo lungo spazio di tempo, conviene che il centro del corpo si porti solo tanto poco all'innanzi da non superar neppure la semi-lunghezza del passo. L'intera durata del passo deve dunque divenire circa $= 2T$ vale a dire quattro volte più considerabile di quello sia nel piu rapido camminare. Allora la gamba anteriore, al momento in cui si appoggia, fa realmente colla verticale un angolo più grande che non è nello stesso momento quello cui fa con questa verticale la gamba posteriore. Ma partendo da tale momento, il primo angolo diminuisce nel tempo che si sta sulle due gambe mentre cresce l'ultimo: viene dunque un istante in cui i due angoli sono eguali e dopo quell'istante, il primo angolo divien pure in tale caso, più piccolo dell'altro. sino a che eguagli 0, oppure che la gamba anteriore giunga alla situazione verticale, momento allora in cui la gamba posteriore lascia il suolo.

Per esempio, che nella figura 33, ac rappresentino la gamba destra, bc la gamba sinistra nel principio di un passo; vale a dire nell'istante in cui il piede a lascia il suolo; che cc''' sia la grandezza del passo o lo spazio che il centro del corpo percorre nel tempo di un passo, in fine c'' il mezzo di questo spazio. Se il piede a, sollevato al principio del passo, fosse riportato sul suolo in a' al momento in cui il centro del corpo giunge al mezzo c'', le due gambe farebbero, in quell'istante, angoli eguali colla verticale, vale a dire che $< bc''a = < a'c''a'$, la verticale essendo rappresentata da c''. Ma perchè l'angolo della gamba posteriore colla verticale sia piu piccolo in quel momento, conviene che al momento in cui la gamba destra si posa in a', il centro del corpo sia giunto, non ancora fino al mezzo c'', ma soltanto fino a c'. Se poi rimangono in riposo le due gambe, e si avanza poco a poco il centro del corpo da c' sino a c'', i due angoli divergono tra loro eguali in quel tempo, stante che l'angolo $bc'\ a'$ si accresce, e l'angolo $a'\ c'\ c'$ diminuisce ($c'\ a'$ indicando la verticale per c'); e se in appresso il centro del corpo si avanza ancora da c'' a c''', l'angolo a' c a'' diviene piu piccolo dell'angolo $bc''a$, sinchè finalmente scomparisce affatto il primo alla fine del passo.

Si vede di leggieri che deve da ciò risultare un genere di camminare assai misurato, nel quale il corpo sta drittissimo, ed, a ciascun passo, rimane a lungo all'indietro della gamba anteriore, che si appoggia sul suolo; in cui, inoltre, la durata dei passi è assai grande (quasi d'un secondo a mezzo), assai piccola la loro lunghezza, e la velocità del centro del corpo (che è piccolissima, termine medio) nella durata di ciascun passo, varia molto, cosicchè a ciascun passo viene un istante in cui il corpo si trova quasi in riposo. Per distinguere siffatto camminare da quello che fu precedentemente studiato, si può chiamarlo camminar grave, solenne o processionale, mentre l'altro riceverebbe il nome di camminare precipitato.(*Vedi* a tale proposito il § 23).

ARTICOLO II.

TEORIA DELLA CORSA.

§ 140. *Differenza tra la corsa ed il camminare.*

È facile fare alla corsa l'applicazione della teoria del camminare, stabilendo pure

la differenza che esiste fra queste due specie di moti. Nella corsa del pari partiamo dal principio che gli stessi movimenti del corpo si ripetono dopo ciascun passo doppio e che alternativamente le due gambe prendono ugualmente parte al moto. Ma il camminare e la corsa differiscono tra loro per lo scopo cui vuolsi raggiungere e pei mezzi che si usano per arrivarvi. Lo scopo principale della corsa è di ottenere una velocità maggiore di quella che torna possibile col camminare. Infatti, dalla teoria precedente del camminare e dalla esperienza risulta che, nel camminare, v'ha un limite tanto pel numero de' passi in un dato tempo, quanto per la grandezza loro, quindi anche per la celerità del camminare, che riesce eguale al prodotto del numero dei passi in un dato tempo, per la loro grandezza. (*Vedi* i §§. 93, 101 e 102, ove sono indicati codesti limiti).

Per quanto concerne il mezzo per cui codesto scopo, non ottenibile nel camminare diviene conseguibile per via della corsa, esso in ciò consiste che, in quest'ultima, invece di reggersi alternativamente sopra una e su due gambe, alternativamente, invece, uno si sostiene sopra una sola gamba, e non si regge su alcuna. In ciò stà la differenza essenziale tra la corsa ed il camminare: In fatti, si vede subito, da ciò, come i limiti imposti al camminatore, per la lunghezza ed il numero dei passi, scompariscono nel saltatore. Riesce da se chiaro, che quando il corpo può rimanere qualche tempo perfettamente libero in aria, la gamba posteriore ha la facoltà di lasciare il suolo anche prima che sia giunta alla verticale la gamba anteriore ondeggiante, innanzi quindi che quest'ultima abbia a mezzo compita la sua oscillazione. Da ciò deriva che, nella corsa, la durata del passo può essere più corta che la semi-durata d'una oscillazione della gamba. Ma se al momento in cui la gamba anteriore arriva alla situazione verticale e si posa sul suolo, è già da questo distaccata la gamba posteriore, egli è naturale che la lunghezza del passo può essere maggiore, nella corsa, che il lato di un triangolo rettangolo di cui l'ipotenusa è formata dalla lunghezza della gamba distesa, e di cui l'altro lato riesce eguale all'elevamento del centro del corpo al di sopra del suolo, siccome accadeva nel camminare. Per conseguenza, già da ciò si vede che lo scopo principale della corsa può essere realmente raggiunto coll'indicato mezzo, stante che tale mezzo può rendere la durata del passo più piccola e più grande la lunghezza del passo che nel camminare, e che queste due circostanze contribuiscono ad accrescere la celerità.

Pel camminare, abbiamo, nel § 124, diviso il tempo τ d'un passo in una porzione t, in cui uno si regge sopra una sola gamba, ed una porzione $\tau - t$, in cui si sostiene su due gambe; per la corsa dividiamo il tempo τ d' un passo, nello stesso modo, in una porzione t, nella quale si sta sopra una gamba sola, ed una porzione $\tau - t$, in cui non posa nessuna gamba sul suolo.

§ 141. *Forze che hanno influenza sulla corsa.*

Dalla differenza che abbiamo dimostrato esistere tra il camminare e la corsa una pure ne deriva tra le forze che hanno influenza su entrambi. Tali forze sono bensì, in generale, nella corsa come nel camminare (*vedi* il § 123).

(A) La forza d'estensione,
(B) La gravità,
(C) La resistenza;

ma, nel camminare. in cui sempre toccavasi il suolo almeno con una gamba, si poteva costantemente, collo stendimento di quest'ultima, impedir di cadere al centro del corpo, potevasi cioè talmente misurare la forza d'estensione, che il centro del corpo rimanesse sempre in una stessa orizzontale. (Abbiamo svolti, nel § 135,

i motivi per i quali non avviene ordinariamente tale caso, e per cui, eziandio nel camminare, il centro del corpo si allontana, a ciascun passo, dalla linea orizzontale per un breve spazio di tempo. Attualmente solo chiamiamo l'attenzione su questa circostanza che, siccome nel camminare, sempre almeno una gamba posa sul suolo, riesce allora possibile una traslazione orizzontale del centro del corpo, che avviene nella maggior parte del passo, eziandio talvolta nella intera sua durata, per esempio sotto l'influenza d'un vento contrario, mentre quella traslazione orizzontale del centro del corpo è assolutamente impossibile nella corsa.) Nella corsa, la forza di estensione potrebbe bensì pur essere misurata, nel tempo che si sta sopra una gamba, in modo che il centro del corpo rimanesse egualmente, in quel tempo, in una sola e medesima orizzontale; ma siccome, nella seguente porzione di tempo, in cui nessuna gamba posa sul suolo, il centro del corpo deve necessariamente alquanto cedere, ma, scorsa l'intera durata τ d'un passo, codesto centro non deve essere, comparativamente al principio del passo, nè abbassato nè elevato (supponendo che tra la fine del passo precedente ed il principio del passo seguente non avvenga elevamento momentaneo del centro del corpo), così ne deriva che il centro deve ascendere tanto, nel tempo t, di quanto si abbassa nel tempo $\tau - t$, e che la forza di estensione, nella corsa, dev'essere conseguentemente misurata. Il centro del corpo descrive dunque necessariamente, nella corsa, una linea ondulosa, mentre, nel camminare, v'era almeno possibilità che percorresse una linea retta, orizzontale.

Secondo ciò adunque, nella corsa, la porzione verticale della forza di estensione deve, nel primo momento del tempo t, quando la gamba posata è perpendicolare, agire come un impulso che tramuti istantaneamente il moto discendente del centro di gravità in moto ascendente; oppure deve, in tutta la durata del tempo t, divenire tanto considerabile da non solo distruggere il moto discendente del centro di gravità, ma anche produrre un moto ascendente che adempia la condizione richiesta; ora tanto può esservi nel primo istante del tempo t un impulso, quanto in tutta la durata di codesto tempo t un acceleramento dal basso all'alto, i quali, colla loro riunione, compiano quella condizione. Nell'ultimo caso, cui conferma la osservazione, la celerità dal basso all'alto nel tempo t può crescere, rimanere la stessa, o diminuire, secondo che si suppone l'impulso diversamente forte, ed in pari tempo diversamente grande l'acceleramento (purchè tuttavia combinandosi insieme adempiano la richiesta condizione). Supponiamo nel progresso che rimanga la stessa codesta celerità, perchè è questa l'ipotesi più semplice, e non può che di assai poco discostarsi dal vero. In tale supposto, risulta chiaro che, nel tempo t, la porzione verticale della forza d'estensione (nella corsa, precisamente come nel camminare) fa ad ogni istante equilibrio alla gravità del corpo, e che, quindi, la celerità verticale del corpo non è nè aumentata nè diminuita durante siffatto tratto di tempo, ma che il corpo si alza uniformemente, nella intera durata del tempo t, colla celerità comunicatagli, al primo istante di codesto tempo t, dall'urto della gamba contro del suolo.

Ma se così si conosce la porzione verticale della forza d'estensione (= la gravità del corpo) per ciascun istante del tempo t, si può altresì da ciò calcolare la porzione orizzontale, quando è nota la situazione della gamba. L'urto della gamba contro il suolo, che avviene nel primo istante del tempo t, esercita pure influenza sul moto orizzontale del corpo. Finalmente, la resistenza che s'incontra correndo, dipende dalla stessa causa di quella cui si trova camminando.

§ 142. *Posizione del corpo a ciascun momento della corsa.*

Le figure 34 e 35 rappresentano la situazione simultanea dei due piedi e del centro del corpo nei diversi tempi della corsa: la prima disegnata sopra un piano

verticale parallelo al cammino; l'altra delineata sopra un piano orizzontale parallelo a questo stesso cammino. Il piede destro è dinotato da a, il sinistro da b, il centro del corpo da c. $b_{1,2}$ significa che, mentre a si avanza da a_1 sino ad a_2, e c da c_1 sino a c_2, b rimane in riposo nel punto $b_{1,2}$, e così via dicendo. Per riconoscere se una gamba sta ferma o se oscilla, fu rappresentata la gamba, nel primo caso (fig. 34), talmente accorciata che non giunge alla linea orizzontale che figura il suolo; nella figura 35, all'opposto, l'oscillazione della gamba è rappresentata come se il membro destro, oscillando si allontanasse alquanto dal cammino verso la dritta, ed il sinistro egualmente alquanto verso la manca. $c_1c_3 = c_3c_5 = c^5c_7$, e via, rappresenta la grandezza d'un passo $= p$; $a_1a_{3,4} = a_3t_1a_{7,8} = b_2b_{5,6}$ rappresenta la grandezza d'un passo doppio $= 2p$. Il tempo che scorre dal momento in cui si appoggia in $b_{1,2}$, sino a quello in cui a si posa in $a_{3,4}$, è la durata del passo il tempo nel quale c avanza da c_1, sino a c_2 è il tempo t, in cui il corpo posa sopra una gamba; il tempo in cui c avanza da c_2 sino c_3 è il tempo $\tau - t$, nel quale il corpo ondeggia liberamente nell'aria; ii tempo durante cui c avanza da c_2 sino a c_5 è quello in cui oscilla la gamba sinistra, ed è maggiore della durata del passo τ, nella quale c avanza soltanto da c_3 fino a c_5. Al momento in cui la gamba sinistra si posa in b_1, o la destra in a_3, deve la gamba urtare il suolo, talchè, quindi, il moto discendente del centro del corpo si trovi distrutto, e prodotto un moto ascendente. Per tal fine, conviene che la gamba si posi perpendicolarmente sul punto indicato: dunque le linee $c_1b_1c_3a_3$, e simili devono essere verticali.

§. 143. *Il quadrato della lunghezza della gamba distesa è pari alla somma dei quadrati della porzione di cammino percorsa dal centro del corpo nel tempo* t, *nel quale il corpo posa sopra una gamba, e della distanza che separa il centro del corpo dal suolo alla fine di codesto tempo.*

Alla fine del tempo t, in cui la gamba che sino allora sforzava contro il suolo, se ne distacca, la lunghezza di questa gamba, la quale, prima di sollevarsi, era distesa, forma col cammino che il centro del corpo percorse in direzione orizzontale dal principio del passo, o dopo l'istante $u = o$ (in cui codesto centro era situato verticalmente al di sopra dell'estremità della gamba appoggiata), e colla distanza fra il centro del corpo ed il suolo, un triangolo rettangolo, nel quale la lunghezza della gamba distesa è l'ipotenusa. La figura 34 rappresenta b_2c_2 la lunghezza della gamba distesa alla fine del tempo t; $c_1d_1 = d_2,d = ct$ il cammino che il centro del corpo percorse in linea orizzontale nel tempo t; $c_2d = c_1b_2 + c_2d_1 = h + s$ (ove h è la distanza dal suolo al centro del corpo al principio del passo, ed s l'altezza onde si solleva codesto centro nel tempo t) la distanza fra il centro del corpo ed il suolo alla fine del tempo t. Ora, siccome b_2dc_2 è un angolo retto, ne deriva, giusta il teorema di Pitagora $(b_2d)^2 = (c^2d)^2$, o pure

$$ll = cctt + (h + s)^2$$

vale a dire che il quadrato della lunghezza della gamba distesa è pari alla somma dei quadrati del cammino cui percorre il centro del corpo nel tempo t, e della distanza fra il centro del corpo ed il suolo alla fine di codesto tempo.

§ 144. *Il tempo che scorre tra il sollevamento e la riposizione di una gamba è pari alla somma della durata del passo e della porzione di questa durata nella quale il corpo ondeggia liberamente nell'aria.*

Nella corsa, la gamba oscillante cessa di oscillare, pel fatto della sua applicazione sul suolo, tosto che giunge alla situazione verticale (*vedi* il § 142). Da ciò ri-

sulta che alla fine di ciascun passo (al momento in cui la gamba, diritta o sinistra si trova perpendicolare sul suolo, la gamba che si appoggia fa precisamente la metà della sua oscillazione, computando dalla maggiore ampiezza della escursione e che in conseguenza dall'istante del più alto grado di escursione, scorse la metà del tempo di cui avrebbe abbisognato la gamba per compiere l' intera oscillazione.

Se si dinota con T l'intera durata della oscillazione codesto periodo è $= \frac{1}{2}T$. Ma se computiamo il tempo partendo dal momento dell'escursione portata al sommo grado, se solo calcoliamo da quello in cui la gamba lasciò il suolo, conviene anche aggiungere a $\frac{1}{2}T$ la quantità β, di cui avea d'uopo la gamba per potere, dopo essersi sollevata, giungere al massimo punto della sua escursione. Senza, per ora, determinare il valore di β, dinoteremo con $\frac{1}{2}T+\beta$ l'intero tempo nel quale la gamba ondeggia nell'aria. Ma la gamba che si appoggia sul suolo alla fine del passo non solo era sollevata nella durata di questo passo, ma anche avea già prima lasciato il suolo; ed in quel sollevamento, nel passo precedente, principiò il tempo nel quale il corpo ondeggiava liberamente nell'aria. Dunque il tempo $\frac{1}{2}T+\beta$ non comprende soltanto la durata τ di un intero passo, ma altresì la porzione $\tau - t$ di una durata di passo nella quale il corpo intero ondeggiava liberamente nell'aria, vale a dire

$$\frac{1}{2}T+\beta = 2\tau - t,$$

od il tempo che, nella corsa, scorre tra il sollevamento e la riposizione di una gamba, è pari alla somma della durata del passo e della porzione di tempo nella quale il corpo ondeggia liberamente nell'aria.

Siffatta proposizione risulta pure immediatamente (giusta il § 142) dalla considerazione delle figure 34 e 35; giacchè il tempo nel quale c si avanza da c_2 sino a c_5 è quello in cui la gamba sinistra ondula nell'aria, o quello che scorre dal sollevamento di questa gamba fino alla sua reposizione. Ma codesto tempo si divide in due porzioni, quella in cui c si porta da c_2 sino a c_3, e quella in cui c si avanza da c_3 a c_5. Ora l'ultima porzione è la durata del passo mentre la prima è la frazione di questa durata del passo nella quale non posa nessuna gamba sul suolo, od in cui il corpo ondeggia liberamente nell' aria.

§ 145. *Estensione del movimento verticale del corpo.*

Se s dinota l'elevamento verticale a cui giunge il centro del corpo mediante la sua ascensione uniforme nel tempo t, $\frac{s}{t}$ indica la celerità verticale che possedeva durante quel tempo. Ora, perchè alla fine del passo, il centro del corpo, senza comportare repentino sollevamento, si ritrovi alla stessa altezza del principio, fa d'uopo che, nel rimanente della durata del passo $\tau - t$, ricada dalla altezza s onde si era sollevata nel tempo t. Un corpo che si solelvi al principio con la celerità

$\frac{s}{t}$, percorre, nel tempo $\tau - t$, lo spazio $\frac{1}{2} g (\tau - t)^2 - \frac{s}{t} (\tau - t)$, e tale spazio deve quindi essere $= s$. Dunque,

$$s = \frac{1}{2} g (\tau - t)^2 \frac{s}{t} (\tau - t),$$

da cui

$$s = \frac{1}{2} g . \frac{t}{\tau} (\tau - t)^2$$

§ 146. *Estensione della distanza fra il centro del corpo ed il suolo al principio di ciascun passo.*

Possiamo applicare approssimativamente ai movimenti della gamba oscillante nella corsa le stesse leggi da noi trovate per i movimenti della gamba oscillante nel camminare (§ 128 e 129), cioè:

1.° Che la gamba sollevata oscilla come un pendulo, il quale, indipendentemente dalla situazione obbliqua iniziale, ha ricevuto anche all'indietro una celerità nella sua orbita, la quale, misurata al punto terminale inferiore della gamba, è pari alla celerità del tronco valutata giusta la tangente dell'orbita (*vedi* il § 128);

2.° Che la celerità del punto m', nel quale si suppone concentrata la massa della gamba, è quasi eguale, nel momento in cui codesto punto ritorna sul suolo, alla somma della celerità orizzontale c del tronco m, ed alla celerità di oscillazione necessaria per rimuovere la gamba in quell'istante (*vedi* § 129).

Inoltre, possiamo altresì applicare alla corsa la equazione stabilita pel camminare (§ 130), cioè

$$g\chi = rl . \frac{d^2\chi}{du^2}$$

in cui

$$\chi = a \cos b (u - \alpha)$$
$$\frac{d\chi}{du} = - ab \sin b (u - \alpha)$$

$$\frac{d^2\chi}{du^2} = - abb \cos b (u - \alpha) = - bb\chi = \frac{g}{rl} \chi$$

per conseguenza $bb = \frac{g}{rl}$. Se si fa

$$T = \pi \sqrt{\frac{rl}{g}} = \frac{\pi}{b},$$

ne deriva, come nel § 130, essere T la durata della oscillazione. Ora che, nella fig. 36, alla fine del tempo t, $b_2 c_3 = l$ la lunghezza della gamba distesa. $c^2 d =$

h la distanza tra il centro del corpo ed il suolo, $b_2d = ct$ la porzione di cammina percorsa dal centro del corpo in codesto tempo t; che inoltre la linea $c_2\gamma_1 = c$ rappresenta la celerità del centro del corpo, avuto riguardo alla sua grandezza ed alla sua direzione. Se, giusta il parallelogramma delle celerità, si decompone questa celerità in una orizzontale $c_2\gamma_1 = c$, ed una verticale $\gamma\gamma_1 = \frac{s}{t}$, si trova, facendo cadere perpendicolare $\gamma_1\delta$ e $\gamma\delta_1$ su b_2c_2, e $\gamma\varepsilon$ su $\gamma_1\delta$ che $\gamma\delta_1 = \gamma_1\delta - \gamma_1\varepsilon$, vale a dire che la celerità del corpo, valutata secondo la tangente dell'orbita della gamba sollevata oscillante (perpendicolare nella sua lunghezza) $= (h - s)\frac{c}{l}$ o giusta la proporzione precedente (1), che essa eguaglia la celerità cui possiede la gamba sollevata all'indietro della sua orbita. Per conseguenza, si ha per $u = t$

$$l\frac{d\chi}{du} = (h - s)\frac{c}{l},$$

oppure

$$\frac{d\chi}{du} = (h - s)\frac{c}{ll} = - ab \sin b\,(t - a). \quad (1)$$

In pari tempo, si ha per $u = t$

$$\sin \chi = \frac{ct}{l}$$

per conseguenza se, giusta il § 130, si sostituisce χ a $\sin \chi$,

$$\chi = \frac{ct}{l} = a \cos b\,(t - a). \quad (2)$$

Se si moltiplica l'ultima equazione per b, e si aggiunga al suo quadrato il quadrato della equazione (1), si trova

$$\left(\frac{bct}{l}\right)^2 + (h - s)^2\frac{cc}{l^4} = aabb,$$

o, sostituendo bb con $\frac{g}{rl}$, e dividendo per questa quantità,

$$\left(\frac{ct}{l}\right)^2 + (h - s)^2\frac{rcc}{gl^3} = aa,$$

da cui

$$a = \frac{ct}{l}\sqrt{1 + \frac{r\,(h - s)^2}{gllt}} = \frac{nct}{l},$$

quando

$$n = \sqrt{1 + \frac{r(h-s)^2}{gltt}};$$

per conseguenza

$$\chi = \frac{ct}{l} = \frac{nct}{l} \cos \frac{\pi}{T}(t-a)$$

ovvero

$$t - a = \frac{T}{\pi} \text{ arc } (\cos = \frac{1}{n}).$$

Ora codesta gamba oscillante si posa nuovamente sul suolo, giusta il § 142, tosto che giunge alla verticale, vale a dire subito che

$$\chi = 0 = \frac{nct}{l} \cos \frac{\pi}{T}(u-a).$$

In conseguenza allora

$$u = \frac{1}{2} T + a,$$

e quindi il tempo, nel quale la gamba oscilla (*vedi* § 144)

$$\frac{1}{2} T + a - t = \frac{1}{2} T + \beta$$

oppure $\beta = a - t = \frac{T}{\pi} \text{ arc } (\cos = \frac{1}{n})$.

Ma, giusta la proposizione precedente (2), la celerità del punto m', al momento in cui la gamba si posa sul suolo, vale a dire per $u = \frac{1}{2} T + a$

$$= c - rl \frac{d\chi}{du} = c + rabl \sin b (u-a),$$

per conseguenza, dando ad a, b ed u i loro valori,

$$= (1 + rnt \frac{\pi}{T}) c.$$

Il quadrato di questa celerità, moltiplicato per la massa m', dà la forza viva che possede il punto m' al momento dell'appoggio,

$$= m'\left(1 + rnt\frac{\pi}{T}\right)^2 cc.$$

La forza viva che esso aveva al momento che precedette il suo sollevamento era (perchè in quel momento la sua celerità orizzontale era $= (1 - r)\,c$, e la sua celerità verticale $= (1 - r)\frac{s}{t}$)

$$= m'(1 - r)^2\left(cc + \frac{ss}{tt}\right),$$

al che, per essere $\frac{s}{t}$ piccolissimo, si può altresì sostituire

$$m'(1 - r)^2\,cc.$$

La forza viva dal punto m comunicata al punto m' nel tempo t, è dunque

$$= m'\left(1 + rnt\frac{\pi}{T}\right)^2 cc - m'(1 - r)^2\,cc.$$

Siccome, inoltre, la forza d'estensione della gamba b_2c_2 (fig. 36) tende ad allontanare tra loro, in linea retta, i punti terminali b_2 e c_2 di codesta gamba, così decomponendola in forza orizzontale A ed in forza verticale B, queste forze laterali saranno proporzionali alla linea $b_2d = cu$ ed alla linea $c_2d = h + \frac{s}{t}u$, vale a dire

$$A : B = cu : h + \frac{s}{t}u.$$

Ma $B = g$, giusta il § 141; per conseguenza,

$$A = \frac{gcu}{h + \frac{s}{t}u}$$

o l'acceleramento che acquista il punto m, in direzione orizzontale, nell'istante du, alla fine del tempo u,

$$A\,du = \frac{gcudu}{h + \frac{s}{t}u}$$

Questo acceleramento sarà dunque per tutto il periodo di $u = o$ a $u = t$

$$\int_0^t A\,du = \int_0^t \frac{gcvdu}{h+\frac{s}{t}} = \frac{gctt}{ss}\left(s - h \log\left(1+\frac{s}{h}\right)\right).$$

o se, essendo piccolissimo s, si sostituisce $\frac{s}{h} - \frac{ss}{2hh} + \frac{s^3}{3h^3}$ a $\log\left(1+\frac{s}{h}\right)$, si ha

$$\int_0^t A\,du = \frac{gctt}{h}\left(\frac{1-s}{2-3h}\right).$$

Moltiplicando cotesto acceleramento per $2\,(m+m')\,c$, si trova la forza viva che la forza d'estensione della gamba appoggiata comunica al corpo nel tempo t (*vedi* § 131),

$$= (m+m')\frac{gctt}{h}\left(1-\frac{2s}{3h}\right).$$

Se ora la forza viva comunicata al corpo, dalla forza d'estensione di questa gamba, nel tempo t, durante il quale la gamba si appoggia sul suolo, vien presa eguale alla forza viva cui abbandona il corpo alla gamba oscillante nel tempo $\frac{1}{2}\,T+\beta$, vale a dire quando oscilla questa gamba, si adempie la condizione della traslazione uniforme, e si trova

$$(m+m')\frac{gcctt}{h}\left(1-\frac{2s}{3h}\right) = m'\left(1+rnt\frac{\pi}{T}\right)^2 cc - m'(1-r)^2 cc$$

e sostituendo μ a $\frac{m}{m'}$,

$$h = \frac{(\mu+1)\,gtt\left(1-\frac{2s}{3h}\right)}{\left(1+rnt\frac{\pi}{T}\right)^2 - (l-r)^2}.$$

§ 147. *Leggi della corsa senza repentino sollevamento del corpo al momento dell'appoggio.*

Nella ipotesi stabilita (§ 145) che, al momento dell'appoggio, il corpo non comporti sollevamento repentino, abbiamo trovato le seguenti leggi per la corsa, cioè:

giusta il § 129,

$$(h+s)^2 + cctt = ll, \quad (1)$$

giusta il § 130,

$$\frac{1}{2} T + \beta = 2\tau - t, \quad (2)$$

secondo il § 131,

$$s = \frac{1}{2} g . \frac{t}{\tau} (\tau - t)^2, \quad (3)$$

secondo il § 132,

$$h = \frac{(\mu + 1) ptt \left(1 - \frac{2s}{3h}\right)}{\left(1 + rnt \frac{\pi}{T}\right)^2 - (1 - r)^2} \quad (4)$$

$$\beta = \frac{T}{\pi} \, arc \left(cos = \frac{1}{n} \right) \quad (5)$$

$$n = \sqrt{1 + \frac{r(h - s)^2}{lgtt}} \quad (6),$$

o, conforme al § 130,

$$r = \frac{g}{l} . \frac{TT}{\pi\pi}.$$

Trovammo adunque, per la corsa, quante equazioni occorrono per calcolare la celerità orizzontale c dalla durata del passo τ, od in generale per calcolare tutti i valori variabili nella corsa da uno solo. In fatti, vi sono sette termini variabili nella corsa.

$$h, s, \tau, t, c, \beta, n,$$

e trovammo sei equazioni per questi sette termini Siccome per altro, $c = \frac{p}{\tau}$, si può altresì da ciò, calcolare la lunghezza del passe p.

§ 148. *Le leggi della corsa si accordano con quelle del camminare, allorchè svanisce, nella corsa, il tempo, nel quale il corpo ondeggia nell'aria, e nel camminare il tempo in cui il corpo posa sulle due gambe.*

Per il caso in cui svanisce il tempo $\tau - t$, nel quale il corpo ondeggia nell' aria, le nostre equazioni si convertono in quelle che furono trovate (§ 135) per lo più rapido camminare, donde deriva, concordemente colla osservazione, che i movimenti, nel camminare e nella corsa, si avvicinano tanto più all' eguaglianza, in ogni rapporto, quanto nel camminare, il tempo $\tau - t$, nel quale il corpo posa sulle due gambe, diviene più breve, e, nella corsa, questo stesso tempo, $\tau - t$, in cui il corpo non posa sù nessuna gamba, diviene egualmente più breve; donde pure deriva che quando svaniscono affatto codesti due tempi, i due modi di movimento sono identici. Così quando $\tau - t = o$, le equazioni precedenti divengono

$$hh + pp = ll$$

$$\frac{1}{2}T+\beta=\tau=t$$

$$h=\frac{(\mu+1)g\left(\frac{1}{2}T+\beta\right)^2}{\left(l+rn\varpi\left(\frac{1}{2}+\frac{\beta}{T}\right)\right)^2-(1-r)^2}$$

in cui $B=\frac{T}{\pi}\,arc\left(cos=\frac{1}{n}\right)$,

$$n=\sqrt{1+\frac{rhh}{lg\left(\frac{1}{2}T+\beta\right)^2}}$$

e $r=\frac{g}{l}\frac{TT}{\pi\varpi}$, il che dà le stesse equazioni del § 135, quando si pone β invece di α.

§ 149. *Abbassamento del corpo nella ultima porzione del tempo t e sollevamento repentino del corpo al momento dell'appoggio nell'uomo,*

Precedentemente (§ 135), trattando del camminare, vedemmo che le leggi stabilitevi non potrebbero trovare applicazione immediata all'uomo, stante la particolare struttura delle sue membra. Perchè si applicassero immediatamente all'uomo, converrebbe che le gambe avessero un peso molto più considerabile, comparativamente al restante del corpo, perchè codeste leggi implicano la supposizione che h sia minore di l; ma secondo la terza equazione, trovasi h maggiore di l, prendendo per μ l e T dei valori corrispondenti al corpo umano. Dimostrammo, nel § 135, essere perciò necessario che l'uomo camminando, lasciasse cadere alquanto la parte superiore del suo corpo alla fine del tempo t, e che al momento in cui la gamba anteriore diviene verticale, di altrettanto la rialzasse. La stessa cosa deve pure avvenire nella corsa, quando $\tau-t$, od il tempo nel quale si stà sopra una gamba, non è grande. Ma se si accresce il valore $\tau-t$ (il che rende minore t, e s maggiore), presto si giunge ad un valore di h (perchè h diminuisce rapidissimamente quando minora t ed aumenta s), il quale, sebbene grande, è possibile nella corsa. Allora la lunghezza del passo è molto più piccola e la durata del passo meno piccola che nel più rapido camminare. Se si accresce ancora più il tempo $\tau-t$, cresce assai rapidamente la lunghezza del passo, mentre poco cangia la sua durata, il chè si accorda colla esperienza, quando la corsa è molto più lenta del più rapido camminare. Ma se la corsa dev'essere altrettanto rapida, od anche più di quello sia il più rapido camminare, è di mestieri, per rendere possibile un ingrandimento dei passi, che il corpo comporti a ciascun passo un abbassamento simile a quello che si osserva nel camminare. Allora la corsa deve essere considerata come continuazione del camminare con velocità sempre crescente. Può bensì effettuarsi la corsa senza tale abbassamento del corpo, in mancanza del quale il camminare non sarebbe mica possibile, ma allora più non corrisponde ad una continuazione del camminare con accrescimento di velocità; somiglia al lento camminare, per la lunghezza dei passi, sebbene la durata dei passi sia molto più breve che nel cam-

minar lento naturale, e più si avvicini a quella che avviene nel passo accelerato, e che imparammo a conoscere mediante esperienze (§ 108).

Se dunque ammettiamo che il corpo incominci a cadere sino dalla ultima parte ϑ del tempo t, perchè la gamba posteriore posante sul suolo cessa di fare sforzo, senza però abbandonare il terreno innanzi la fine del tempo t (in cui si trova in situazione distesa), e se dinotiamo con s' l'altezza onde si solleva il punto m nel tempo $t-\vartheta$, abbiamo, (giusta il § 141)

$$\frac{s'}{t-\vartheta}=\frac{s}{t}.$$

Siccome presentemente il corpo cade da $u=t-\vartheta$ sino a $u-t$, vale a dire nel tempo ϑ, così si troverà esso, alla fine del tempo t, più basso di $\frac{1}{2}g\vartheta\vartheta$ che senza ciò non sarebbe, cosicchè alla fine del tempo t la sua distanza dal suolo, invece di essere $h+s$, sarà soltanto $h+s-\frac{1}{2}g\vartheta\vartheta$. Tale distanza, il cammino che percorre il punto m nel verso orizzontale nel tempo t, e la lunghezza della gamba distesa l', formano un triangolo rettangolo, nel quale l' è l'ipotenusa. Per conseguenza,

$$\left(h+s-\frac{1}{2}g\vartheta\vartheta\right)^2+cctt=l'l'.$$

Indichiamo la lunghezza della gamba distesa con l' per distinguerla da l, a cui, qui come precedentemente, si applicherebbe l'equazione

$$(h+s)^2+cctt=ll.$$

Siccome ora il corpo incomincia a cadere sin dal momento $u=t-\vartheta$, mentre prima non principiava a farlo che al momente $u=t$, così avverrà che, sino alla fine del passo, vale a dire sino al momento $u=\tau$. si abbasserà maggiormente il corpo di una frazione a. Al presente, infatti (se si considera la velocità ascendente $\frac{s}{t}$ che aveva al principio), esso cade nel tempo $\tau-t+\vartheta$, di

$$\frac{1}{2}g(\tau-t+\vartheta)^2-\frac{s}{t}(\tau-t+\vartheta)=s'+a;$$

imperocchè, siccome da $u=o$ sino a $u=t-\tau$ non era asceso che di s', non ha pure bisogno, per ritornare alla sua primitiva altezza, che di ridiscendere di s'; ma, siccome ora cade per un maggior tempo, così discende più abbasso, e quella porzione onde maggiormente si abbassa, fu da noi chiamata a.

Siccome $s'=\frac{t-\vartheta}{t}s$, così ne deriva che

$$\frac{1}{2} g (\tau - t + \vartheta)^2 - \frac{s}{t} (\tau - t + \vartheta) = \frac{t - \vartheta}{t} s + a$$

ovvero

$$a = \frac{1}{2} g (\tau - t + \vartheta)^2 - \frac{s}{t} \tau,$$

in cui s conservò il suo valore primitivo *(vedi* § 145*)*,

$$s = \frac{1}{2} g \frac{t}{\tau} (\tau - t)^2,$$

donde quindi deriva che

$$a = \frac{1}{2} g (\tau - t + \vartheta)^2 - \frac{1}{2} g (\tau - t)^2 = g (\tau - t) \vartheta + \frac{1}{2} g\vartheta\vartheta.$$

Per la determinazione di ϑ, fissiamo la stessa condizione rispetto alla corsa come riguardo al camminare (§ 145), vale a dire

$$a (h - a) = \text{massimo}.$$

Per determinare da ciò il valore di ϑ, dobbiamo prima trovare quello di h.

Giusta il § 146, l'acceleramento nel verso orizzontale cui la forza d'estensione della gamba appoggiata comunica al corpo, nel tempo $t - \vartheta$, è

$$\int_0^{t-\vartheta} \mathrm{A}\, du = \int_0^{t-\vartheta} \frac{gcudu}{h + \frac{s}{t} u} = \frac{gctt}{ss} \left(s' - h \log \left(1 + \frac{s'}{h}\right) \right).$$

Se, essendo piccolissimo s' si sostituisce $\frac{s'}{h} - \frac{s's'}{2hh} + \frac{s'^3}{3h^3}$ a $\log \left(1 + \frac{s'}{h}\right)$, e si consideri che $s' = \frac{t - \vartheta}{t} s$, si trova

$$\int_0^{t-\vartheta} \mathrm{A}\, du = \frac{gc (t - \vartheta)^2}{2h} \left(1 - \frac{2s'}{3h}\right).$$

Ove moltiplichi codesta espressione per $2 (m + m') c$, si ottiene (giusta il § 131) la forza viva che la gamba appoggiata comunica al corpo nel tempo $t - \vartheta$,

$$= \frac{(m + m') gcc (t - \vartheta)^2}{h} \left(1 - \frac{2s'}{3h}\right).$$

Se si eguaglia questa forza alla forza viva che dà il corpo alla gamba oscillante, e che risulta, come precedentemente (§ 146),

$$= m'\left(1 + rnt\frac{\pi}{T}\right)^2 cc - m'(1 - r)^2 cc,$$

trova, sostituendo μ a $\frac{m}{m'}$,

$$h = \frac{(\mu + 1)\, g\, (t - \vartheta)^2 \left(1 - \frac{2s'}{3h}\right)}{\left(1 + rnt\frac{\pi}{T}\right)^2 - (1 - r)^2}.$$

Da ciò risulta pure il valore di ϑ allorchè si sostituisce questo valore di h nell equazione precedente:

$$a(h - a) = \text{massimo}.$$

Sia

$$k = \frac{(\mu + 1)\, g \left(-\frac{2s'}{3h}\right)}{\left(1 + rnt\frac{\pi}{T}\right)^2 - (1 - r)^2}.$$

per conseguenza, $h - k(1 - \vartheta)^2$;
sia pure k considerato approssimativamente come costante, per la determinazione di ϑ, siccome facemmo (§ 135) pel camminare, e si sostituisca a col suo valore precedente:

$$a = g(\tau - t)\vartheta + \frac{1}{2}g\vartheta\vartheta,$$

si trova, per la determinazione di ϑ, l'equazione seguente:

$$k(t - \vartheta)^2\vartheta - k(t - \vartheta)\vartheta\vartheta - g\vartheta^2 + \gamma(\tau - t) = 0,$$

o

$$\gamma = k(t - 2\vartheta)^2 - 2g(\tau - t)\vartheta - (3g - 2k)\vartheta\vartheta.$$

§ 150. *Leggi della corsa avendo in considerazione il sollevamento del corpo più vantaggioso nell'uomo, al momento dell'appoggio.*

Avuto riguardo al sollevamento del corpo più vantaggioso nell' uomo, al momento dell'appoggio, trovammo le seguenti equazioni pei movimenti durante la corsa:

$$(h + 5)^2 + cctt = ll \quad (1)$$

$$(h + s - \frac{1}{2}\, g\vartheta\vartheta)^2 + cctt = ll \quad (2)$$

$$\frac{1}{2}\,T + \beta = 2\tau - t \quad (3)$$

$$s = \frac{1}{2}\, g\, \frac{t}{\tau}\, (\tau - t)^2 \quad (4)$$

$$h = \frac{(\mu + 1)\, g\, (t - \vartheta)^2 \,(1 - \frac{2s'}{3h})}{(1 + rnt\, \frac{\pi}{T})^2 - (1 - r)^2} \quad (5)$$

$$k\,(t - \vartheta)^2\, \vartheta - k\,(t - \vartheta)\, \vartheta\vartheta - g\vartheta^3 + (\tau - t)\,\gamma = 0 \quad (6)$$

$$\gamma = k\,(t - 2\vartheta)^2 - 2g\,(\tau - t)\,\vartheta - (3g - 2k)\,\vartheta\vartheta \quad (7).$$

$$\beta = \frac{T}{\pi}\, arc\, (cos = \frac{1}{n}) \quad (8)$$

$$h = \sqrt{1 + \frac{r\,(h - s)^2}{lgtt}} \quad (9)$$

$$r = \frac{g}{l} \cdot \frac{TT}{\pi\pi} \quad (10)$$

$$s = \frac{t}{t - \vartheta}\, s' \quad (11)$$

Per $\tau - t = o$, queste equazioni si convertono in quelle indicate (§ 136) pel camminare (avendo in considerazione l'abbassamento del corpo più vantaggioso nell'uomo, a ciascun passo), quando sono applicate al caso del camminare rapido quanto mai, cioè:

$$ll = hh + pp$$

$$l'l' = (h - \frac{1}{2}\, g\vartheta\vartheta)^2 + pp$$

$$\tau = t = \frac{1}{2}\, T\, \beta$$

$$h = k\,(\frac{1}{2}\, T + \beta - \vartheta)^2$$

$$\vartheta = \frac{3 - \sqrt{1 + 4\,\frac{g}{k}}}{2 - \frac{g}{k}} \cdot \frac{\frac{1}{2}\,\tau + \beta}{2}$$

$$k = \frac{(\mu + 1) g}{\left(1 + rn\pi\left(\frac{1}{2} + \frac{\beta}{T}\right)\right)^2 - (1 - r)^2}$$

$$\beta = \frac{T}{\pi} \; arc\left(\cos = \frac{1}{n}\right.$$

$$n = \sqrt{1 + \frac{rhh}{\left(\frac{1}{2} T\beta\right)^2 lg}}$$

$$r = \frac{g}{l} \; \frac{TT}{\pi\pi}.$$

Nelle due prime equazioni si pose, per $c\chi - c\tau$, la lunghezza p del passo. Sostituendo il valore di μ, l e T, adattato al corpo umano (come fu detto al § 136), si troverebbe la lunghezza del passo, la sua durata e tutte le altre grandezze, precisamente come nel § 136. Ma se $\tau - t$ cresce, aumenta pure rapidamente la lunghezza del passo, mentre pochissimo diminuisce la sua durata, il che si accorda perfettamente colle osservazioni fatte sulla corsa, quando è questa più rapida del rapido camminare. Quanto alla corsa assai lenta, già vedemmo, nel § precedente, non essere quivi d'uopo di un abbassamento simile a quello che si rende necessario pel camminare, ed in ciò egualmente accordarsi la teoria colla esperienza. Ma si scorge di leggeri che quando la corsa è più lenta del più rapido camminare (cosa sempre poco naturale, potendosi più comodamente, sostituirla col camminare di eguale celerità), dipende dalla volontà di chi corre l'accorciare ϑ o l'allungare $\tau - t$, il che produce maggiore varietà nella lenta corsa che nella corsa rapida. Nella lenta corsa, può darsi o che $\tau - t$ sia sempre $= 0$, e che diminuisca ϑ, o che $\vartheta = 0$, purchè soltanto $\tau - t$ sia molto maggiore di 0, od i valori di ϑ e di $\tau - t$ sieno variabili in pari tempo. Ma, in ogni caso, l'esperienza conferma che, nella corsa lenta, la lunghezza del passo può crescere e diminuire di molto, senza che la durata del passo comporta notabili cangiamenti, e questa durata vi è al più altrettanto grande che nel più rapido camminare; anzi vi risulta, regolarmente, alquanto minore. La teoria della corsa spiega dunque le principali osservazioni su tal genere di moto, cioè che nella celerità del più rapido camminare, nessuna differenza esiste fra la corsa ed il camminare; che, nella rapida corsa, la lunghezza del passo cresce rapidamente, mentre lentamente diminuisce la durata del passo; che nella corsa lenta, la lunghezza del passo diminuisce rapidamente, mentre varia egualmente assai poco la durata del passo, e che, quando essa varia, risulta minore che nel più rapido camminare.

ARTICOLO III.

TEORIA DEL TROTTARE

§ 151. *Differenza fra il trottare e la corsa.*
Qui non ci occuperemo del salto colle due gambe ad un tempo (sia che l'una non

faccia che accompagnare l'altra, o che entrambe contribuiscano egualmente al salto), di quello nel quale non si fa che un salto solo, o, se ve ne sono parecchi successivamente, vanno essi disgiunti da una pausa, e possono differire in estensione come in durata. Considereremo il salto d'una gamba sull'altra, a lungo continuato senza interruzione, ed in modo uniforme; cui denomineremo *trottare*, per distinguerlo dalla corsa propriamente detta.

La corsa ed il trottare differiscono tra loro pel fine a cui si tende, per la natura dei mezzi che conducono a tal fine, e pel modo di usarli. Fare i più grandi passi che si può nel più breve tempo possibile è, noi diciamo, il principal fine della corsa; eseguire i maggiori passi fattibili nel più lungo tempo possibile è quello del trottare. Sta nella natura delle cose che quando si vuole soltanto fare passi grandi (e non s'intenda di avanzare prestissimo col loro sussidio) si cerchi da per sè stesso di evitare lo sforzo che determina un movimento assai rapido; che quindi si tenda a moderare la celerità del movimento, e con essa altresì lo sforzo, dando lunga durata ai grandi passi che si fanno. Nella corsa, vedemmo, la durata del passo era sempre piccolissima, minore della semi-durata della oscillazione della gamba, il che fa che i passi grandi, nella corsa vanno, sempre accompagnati da gran celerità.

Per quanto concerne i mezzi che rendono possibile, nel trottare, quello scopo cui non si potrebbe raggiungere nella corsa, in ciò essi consistono che invece d'imitare quanto avviene in quest'ultima, cioè di posare la gamba oscillante sul suolo la prima volta che essa perviene alla situazione verticale, le si lascia continuare le sue oscillazioni, ed attendesi per posarla a terra, che giunga da per sè, una seconda volta, alla situazione verticale. È questo il mezzo con cui si raggiunge il principale scopo del trottare, una durata di passo maggiore di quella a cui è possibile arrivare nella corsa. A questa più lunga durata del passo si congiunge da per sè l'ondeggiamento più prolungato del corpo, ed in conseguenza il trottare pure differisce dalla corsa in quanto il corpo vi ondeggia più a lungo nell'aria che in quest'ultima.

Conviene anche aggiungere quanto segue per distinguere compiutamente fra di loro la corsa ed il trottare. Nel trottare, si rimane ondeggianti nell'aria sino a che la gamba per la prima sollevata abbia compita la intera sua oscillazione dall'indietro all'innanzi, e raggiunta la situazione estrema innanzi a cui il movimento oscillatorio le permette di giungere per riguardo al restante del corpo. Ma siccome, conformemente allo scopo comune della corsa e del trottare, che è di percorrere il maggior cammino possibile senza toccarvi, non deve la gamba eseguire oscillazione retrograda qualora il piede si trovi portato quanto più lungi è fattibile all'innanzi del rimanente del corpo, e la gamba, per risparmiare lo sforzo non deve principiare a tendersi se non quando pervenne alla situazione verticale, così si vede di leggeri non esservi che un solo modo di adempiere le due condizioni, cioè, quando la gamba giunse al massimo della sua escursione, farle toccare il suolo, in modo di arrestare la sua oscillazione, ma però attendendo, per fare sforzo contro il suolo, che il centro del corpo, per la continuazione del suo movimento, si trova verticalmente al di sopra del piede in riposo, momento in cui la gamba incomincia un subito a fare sforzo contro il suolo. Siccome, innanzi tale momento, vi era, non pressione mediante i muscoli, ma solamente contatto tra il suolo ed il piede, pel solo fatto del peso della gamba, così il centro del corpo dovette continuare sino allora a muoversi precisamente come se il corpo avesse fino a quell'istante ondeggiato liberamente nell'aria. Vi ha altresì dunque questa differenza tra la corsa ed il trottare, che, nella prima, l'istante in cui si tocca il suolo

colla punta del piede è sempre pur quello nel quale si fa sforzo contro di esso, laddove, nel trottare, sono distinte le due epoche, perchè si tocca il suolo prima di fare sforzo contro di esso.

§ 152. *Forze che hanno influenza sul trottare, e situazione del corpo a ciascun istante di siffatto movimento.*

Si può applicare alle forze che influiscono sul trottare ed alla situazione del corpo nei diversi istanti di tale movimento, quasi tutto ciò che detto abbiamo della corsa (§§ 141 e 142). Però qualche cosa abbiamo ad aggiungere per quanto concerne il secondo punto.

Le stesse situazioni del corpo si succedono, e seguono l'ordine medesimo, nel trottare come nella corsa, solo se vogliamo dare un compiuto schizzo del trottare, ci conviene intercalare, fra le situazioni rappresentate nelle fig: 34 e 35, quelle in cui la gamba oscilla più all'innanzi delle verticali, e che non si incontrano nella corsa.

Le figure 37 e 38 danno una immagine compiuta del trottare, *a* indica la gamba destra, *b* la gamba sinistra, c il centro di gravità. Gli stessi numeri furono assegnati ad *a*, *b* e *c* per le medesime frazioni di tempo. a_1, ^{2}, ^{3} significa che mentre c si muove da c_1 sino a c_3 per c_2 e b da b_1 sino a b_3 per b_2, a rimane in riposo nel punto $a_{1,\,2,\,3}$. Gli spazii $a_{1,\,2,\,3}$ $b_{4,\,5,\,6} = c_2\,c_3 =$ e via dicendo, sono lunghezze di passo. Chiamiamo τ il tempo di un passo. Mentre c avansa da c^3 sino a c_7, la gamba destra passa successivameate dalla situazione c^3a^3 alle situazioni c_4a_4, c_5a_5, c_6a_6, c_7a_7, ed allora farebbe una oscillazione intera, la cui durata $=$ T, se avesse avuto il suo maggiore allungamento al momento in cui fu alzata. Ma non essendo così, e dal momento in cui si alzò la gamba sino a quello in cui pervenne al suo maggiore allungamento, essendo scorso un breve intervallo di tempo β, come nel camminare e nella corsa così conviene aggiungere questo tempo β a T per ottenere il tempo durante il quale il corpo si avanza da c_4 sino a c_7. Nel tempo che il corpo si avanza dal punto c_3 sino a c_8. la gamba destra fa sforzo contro il suolo; perlochè dinotiamo quel momento con t. Finalmente, un momento alquanto maggiore di quest' ultimo è quello in cui il corpo si avanza da c_7 sino a c_8. e nel quale la gamba destra bensì posa sul suolo, ma non fa sforzo contro di esso; giacchè il piede destro, al momento in cui il corpo era in c_3, si trovava di $c^2c^3 = ct$ all'indietro del tronco, ed al momento di c_7 di c_7c_8 all'innanzi di quest'ultimo; ma c_7c_8 è maggiore di c^2c^3, essendo il maggiore allungamento dalla gamba oscillante, ed è più grande di tutta l'estensione dell'arco cui descrive la gamba, nel tempo β, partendo dal suo maggiore allungamento, vale a dire $\dfrac{1}{\cos\frac{\pi}{T}\beta} - 1)\,ct$. Dunque $c_7c_8 = \dfrac{ct}{\cos\frac{\pi}{T}\beta}$,

ed il tempo che mette il tronco a percorrere questo cammino, è, prendendo (giusta il § 128) la celerità c del tronco come costante $) = \dfrac{1}{\cos\frac{\pi}{T}\beta}$. Ora, siccome

$$c^2c_3 + c_3c_7 + c_7c_8 = c^2c_3 + c_3c_8$$

così del pari

$$t + (T + \beta) + \frac{t}{\cos\frac{\pi}{T}\beta} = \tau + \tau,$$

ove τ indica la durata del passo nella quale il corpo percorre la lunghezza del passo $c_2c_5 = c_5c_8$. Secondo ciò

$$2\tau = T + \beta + (1 + \frac{1}{\cos \frac{\pi}{T} \beta}$$

Per altro, nel tempo che il corpo va da c_1 a c_3, sta sul suolo la gamba destra; da c_3 a c_4 non sta nessuna gamba sul suolo; da c_4 a c_6 si trova sul suolo la gamba sinistra; da c_6 a c_7 non si trova nessuna gamba sul suolo, e via dicendo.

§ 153. *Leggi del trottare.*

Ora, risulta da quanto precede quali sono le leggi che appartengono in comune alla corsa ed al trottare, e quali sono quelle proprie di quest'ultimo.

1.° Trovasi che la legge per la corsa, § 143, si applica pure al trottare, vale a dire

$$ll = ectt + (h + s)^2. \quad (1)$$

2.° Il § precedente prova che in luogo della legge applicabile alla corsa (§ 144 convien porre

$$2\tau = T + \beta + (1 + \frac{1}{\cos \frac{\pi}{T} \beta} t. \quad (2).$$

3.° La legge (§ 145) si applica egualmente alla corsa ed al trottare

$$s = \frac{1}{2} g \frac{t}{\tau} (\tau - t)^2.$$

4.° Le due proposizioni, § 146, cioè:

1) Che la gamba sollevata oscilli come un pendulo che, indipendentemente dalla situazione obbliqua iniziale, ricevette egualmente una celerità dall'indietro all'innanzi nella orbita, celerità che, misurata al punto terminale inferiore della gamba, è pari alla celerità del tronco valutata giusta la tangente dell'orbita;

2) Che la celerità del punto m', nel quale si suppone la massa di gambe concentrate, uguaglia quasi, al momento in cui si posa questa nuovamente sul suolo, la somma della celerità orizzontale c del tronco m e della celerità oscillatoria necessaria per rimuovere la gamba in quel momento;

Si applicano pure entrambe al trottare: solo conviene osservare, riguardo all'ultima, che siccome la gamba arriva sul suolo al momento in cui compie la sua oscillazione, così è nulla qui la celerità oscillatoria che appartiene alla gamba in quel momento. Da ciò risulta che le equazioni seguenti

$$\beta = \frac{T}{\pi} \text{arc} (\cos = \frac{1}{n}, \quad (4)$$

$$n = \sqrt{1 + \frac{r(h-s)^2}{lgtt}} \quad (5),$$

$$r = \frac{g}{l} \cdot \frac{TT}{\pi\pi}, \quad (6)$$

si applicano bensì al trottare, come alla corsa, ma che la forza viva, cui comunica il punto m alla gamba oscillante, a ciassun passo

$$= m' cc - m'(1-r)^2 cc = m' r (2-r) cc,$$

e che in conseguenza, se (§ 146) si sostituisce codesto valore a $m'(1 + rnt \frac{\pi}{T})^2$ $cc - m'(1-r)^2 cc$, si ha pel trottare

$$h = \frac{(\mu + 1) gtt (1 - \frac{2s}{3h})}{r(2-r)} \quad (7).$$

Abbiamo dunque trovato, pel trottare, tànte equazioni quante occorrono per calcolare la celerità orizzontale c dalla durata del passo , od in generale tutti i termini ignoti colla scorta di uno solo. Essendo noti μ, l e T, non vi sono d'incognite che le seguenti otto grandezze:

$$h, s, \tau, t, c, \beta, n, r,$$

e trovammo per esse sette equazioni. D'altronde, siccome $c = \frac{p}{\tau}$ si può qui, co-come per la corsa, calcolare parimente da ciò la luughezza del passo p.

Risulta da quelle equazioni che non può mai avvenire il caso di $t = \tau$ nel trottare, come nella corsa. Ma se, giusta la seconda equazione, $\tau - t$ deve sempre essere grandissimo nel trottare, s pure è sempre grandissimo (secondo terza equazione), il che si accorda colla osservazione che le oscillazioni verticali sono molto maggiori nel trottare che nella corsa. Siccome, inoltre, t, molto più piccolo di τ, ha sempre piccolo valore, ne risulta pure un piccolo valore per h, del pari che per i valori di μ, l e T adattati al corpo umano, donde derivi che un abbassamento simile a quello cui vedemmo effettuarsi nel camminare e nella corsa (§§ 135 e 149) non è già necessario nel trottare. Ma ne deriva iu pari tempo che l'uomo non ha, nel trottare. come nella corsa e nel camminare, il mezzo di rendersi indipendente dalle variabili influenze esterne. Infatti, c'insegna l'esperienza che un vento contrario sturba assai il trottare, e che in generale tale movimento dipende molto dalle circostanze esterne.

§ 154. *Rappresentazione figurata della corsa e del trottare.*

Se, come nel § 138, si fa $n = 1$, $r = 2$ e $\vartheta = 0$, il valore di μ dovendo essere dedotto dalla stessa osservazione, le leggi della corsa, § 150, si convertono nelle semplici leggi seguenti, che possono servire all'artista di regola nella rappresentazione di figure in atto di correre:

$$ll = ctt + (h + s)^2$$

$$2\tau = \frac{1}{2} T + t.$$

$$s = \frac{1}{2} g. \frac{t}{\tau} (\tau - t)^2.$$

$$h = (\mu + 1) gtt \left(1 - \frac{2s}{3h} \cdot \frac{T}{T + \tau t}\right).$$

Se del pari si fa $n = r$ ed $r = 1$, e si deduca il valore di μ dalla osservazione, le leggi del trottare (§ 135) si convertono nelle semplici leggi seguenti, atte egualmente a regolare l'artista nella rappresentazione di figure che trottano

$$ll = ctt + (h + s)^2$$

$$2\tau = T + 2t$$

$$s = \frac{1}{2} g. \frac{\tau}{t} (\tau - t)^2$$

$$h = (\mu + 1) gtt \left(1 - \frac{2s}{3h}\right).$$

A titolo d'esempio, si seguì giusta tali regole una rappresentazione grafica della corsa (fig. 39) e del trottare (fig. 40), la quale unita a quella del camminare (fig. 12 13 e 13c) fatta secondo le regole del § 138, dà uno schizzo di tutti i movimenti essenzialmente diversi che possono eseguire gli organi locomotori.

PARTE QUARTA

SUNTO ISTORICO DELLE RICERCHE ANTICHE INTORNO AL CAMMINARE ED ALLA CORSA.

---

§ 155. *Il camminare e la corsa furono l'oggetto di numerose ricerche; ma sempre si mancò e di esperienze per descrivere codesti movimenti in maniera conforme alla natura, e di misure su cui poterne stabilire la teoria.*

Il camminare dell'uomo fissò in ogni tempo l'attenzione degli scienziati. Aristotile (1) e Galeno (2), in appresso Fabbrizio d'Acquapendente (3), Gassendi (4) e Borelli (5) tra i moderni, infine, Haller (6), Barthez (7), Magendie (8), Roulin (9), Gerdy (10), Krause (11), Poisson (12), ne fecero argomento delle loro ricerche. Ma siccome i movimenti che eseguisce il corpo nel camminare e nella corsa si compiono molto più rapidamente, e molti avvengono simultaneamente, così non si possono osservare in modo esatto e sicuro se non mediante certe precauzioni, e col sussidio di certi strumenti, che permettono di studiare i fenomeni isolatamente l'uno dall'altro. In tutti gli autori ora citati, non viene fatta menzione che d'una esperienza di tal genere sul camminare. Gassendi e Borelli sono i soli che ne parlano. Per riconoscere se il tronco dell'uomo che cammina eseguisce oscillazioni a destra ed a sinistra, Borelli piantò due pali perpendicolarmente, molto distanti tra loro, ed esaminò se gli fosse possibile camminare nel piano verticale passante per quei due pali, in modo che l'anteriore coprisse sempre il posteriore. Egli trovò essere impossibile la cosa; che il palo il più distante apparisca accanto all'anteriore,

(1) Aristoteles, Περὶ ϑώων πορείας.
(2) Galeno, Περὶ χρείας τῶν ἐν ἀνθρώπου σώματι μορίων, lib. III.
(3) *De motu animalium*, in *Opera*, Lipsia, 1687, p. 332.
(4) *De vi motrice et motionibus animalium*, in *Opera*, t. II. lib. XI.
(5) *De motu animalium*, 1685, Parte I, cap. XIX, XXI.
(6) *Elementa physiologiae*, t. IV, lib. XI, sez. IV.
(7) *Nuova meccanica dei movimenti dell' uomo e degli animali*, Carcassonne, 1798.
(8) *Compendio elementare di fisiologia*, t I, 322-332, 1825.
(9) *Giornale di fisiologia*, di Magendie, 1821, 1822, t. I, II.
(10) *Fisiologia medica*, Parigi, 1830, t. I.
(11) *Handbuch der menschlichen Anatomie*, t. I, p. 319.
(12) *Trattato di meccanica*. Parigi, 1833, t. II, p. 759-761.

quando a destra e quando a manca, e che quindi il camminare si accompagni ad oscillazioni alternative a dritta ed a sinistra. Gassendi riferisce una esperienza analoga, fatta colla mano distesa verso una muraglia.

Per determinare le forze mediante le quali si effettua il camminare, e dedurne, nelle date condizioni esterne degli organi locomotori, quali sono i movimenti che avvengono in quest'ultimo, conviene non solo *osservare* i movimenti che fa il corpo nel camminare, e la loro successione, ma altresì *misurare* quei movimenti ed i rapporti esterni degli organi che li eseguiscono. Fa d'uopo conoscere la durata di ciascun passo od il numero dei passi in un dato tempo; la loro lunghezza, od il loro numero sopra uno spazio di una data estensione; il tempo che una gamba rimane ondeggiante e sospesa nella durata di un passo; l'inclinazione che il corpo comporta nel comminare, infine i mutamenti che incontrano tutte codeste grandezze allorchè cangia la celerità con cui si cammina o si corre. Fa anche di mestieri conoscere la lunghezza dei membri locomotori e dei loro segmenti, gli accorciamenti ed allungamenti che può comportare e comporta realmente la gamba, nel camminare e nella corsa, per lo effetto della flessione e dello stendimento. Fa finalmente di bisogno ricercare come sia ripartita la massa nel corpo, qual è il sito in cui si trova il centro di gravità dell'intero corpo e del tronco in particolare, se le gambe, quando pendono, fanno oscillazioni regolari, in virtù della loro gravità, e qual è la durata di queste oscillazioni. Tutte queste misure son necessarie per procurare una base sperimentale su cui poter stabilire lo studio del camminare e della corsa. Nulla assolutamente si trova che vi si riferisca negli autori da noi testè nominati. Il solo Borelli intraprese una misura per determinare la situazione del centro di gravità del corpo intero nell'estensione. Egli mise un cadavere sul mezzo di un'asse bene eguagliato, posò quest'asse sul margine di un prisma, e lo rimosse a poco a poco finchè si trovasse in equilibrio. In siffatto modo, egli trovò che il centro di gravità del cadavere riusciva tra il sedere ed il pube. Anche Borelli considera tal punto come quello di partenza delle forze che agiscono nel camminare.

Ciò che si rinviene in aggiunta, negli autori, non è il risultato immediato di esperienze da loro fatte sull'uomo che corre e cammina, è soltanto l'espressione delle idee che ciascheduno di essi si formò nel modo con cui devono effettuarsi il camminare e la corsa, e che credeva poter conciliare colle osservazioni incompiute procurategli dalla semplice contemplazione dell'uomo in atto di camminare e di correre. Da ciò proviene la gran differenza che notasi fra le descrizioni che i diversi autori fanno di codesti movimenti, ogniqualvolta almeno non si contentano di copiare i loro predecessori. Ma però, per quanto poco rapporto si scorga fra i termini onde sono concepite le descrizioni, non perciò sono molto più svariate le stesse idee. Dovunque sono, negli antichi come nei moderni, idee puramente generali, le quali, in sostanza, nulla insegnano, dimodochè potrebbesi credere che un solo pensiero guidò la penna degli scrittori: quello di dimostrare l'importanza di tale punto nella fisiologia, appunto perchè giudicavano necessario l'occuparsene.

Le idee generali intorno al camminare ed alla corsa che si trovano nei più antichi autori non sono suscettibili di essere presentate in compendio, od offrono pochissimo interesse; perlochè le passeremo sotto silenzio. Tali sono le opinioni di Aristotile e di Galeno, i quali troppo poco conoscevano le leggi della meccanica, perchè quanto essi dissero meriti di trattenerci. Fabrizio d'Acquapendente non dà che una descrizione molto incompiuta del modo con cui egli concepiva i movimenti del camminare e della corsa. Incomincieremo adunque la nostra rivista storica da Gassendi e Borelli, il secondo dei quali massimamente, siccome dicemmo,

si sforzò almeno d'indagare sino a certo punto le condizioni necessarie per trovare la soluzione del problema.

§ 156. *Gassendi* diede descrizioni del camminare e della corsa che sono più compiute di quelle di Aristotile, di Galeno e di Fabrizio d'Acquapendente. Il primo prese in considerazione l'allungamento della gamba che sforza contro il suolo, e concluse che il corpo può essere proiettato orizzontalmente all'innanzi, sebbene quella gamba non rimanga un solo istante verticale, e s'inclini sempre più mentre si puntella. Egli vide pure, ciò che sfuggì a parecchi, che la porzione della forza di estensione in codesta gamba che agisce inferiormente dev'essere neutralizzata dal suolo, perchè la forza di estensione possa determinare la traslazione del corpo intero. Del resto, egli ammette che si posi una gamba nello stesso momento in cui l'altra si solleva, il che non avviene che nel più rapido camminare; e ritiene altresì che il tronco si trovi portato all'innanzi in direzione perfettamente orizzontale, e non si abbassi alla fine del passo, il che non può accadere che sotto l'influenza di un vento contrario. Finalmente non dice che, al momento in cui si solleva una gamba, l'altra sia situata verticalmente, e che la gamba sollevata si porti all'innanzi per il solo impulso della sua propria gravità. Per quanto sieno esatte tali congetture, almeno in parte, egli non pensò a confermarle mediante la esperienza: neppure cercò di coordinarle insieme, in modo da farne risultare una teoria del camminare e della corsa. Il seguente estratto contiene tutto ciò che ci dice di essenziale sul camminare.

« Docet Aristoteles cum inter progrediendum crus stans sit quasi perpendiculum, et angulum proinde rectum cum terra, quae est prorsum, quasi basis constituat, alterum antrorsum porrectum fieri quasi hypotenusam, subtensamve illi recto angulo: et quia hypotenusa, quae utrique lateri aeque potest, est utroque seorsim longior, et crus tamen manens, protensumque aequalia sunt; ideo oportere, ut crus manens flectatur, quo perpendiculum, seu alterum latus complectentium rectum hypotenusa brevius evadat. Hoc tamen quem sit verum ut intelligatur, ac res uberius declaretur, observandum est, tametsi gressus dicatur fieri altero quidem pede translato, altero vero innitente, non esse propterea rem sic accipiendam, quasi dum fit pedis ulterius translatio alter interea tutus quiescat, quoniam qui inniti dicitur, nulli terrae parti tantisper consistens inhaeret, sed successive super ipsa emovetur totus ab extremo nempe calcaneo ad summos usque digitos; ac adeo se habet ut revolutus super plano globus, qui plano quidem innititur, at non tamen una sui parte cohaerens quicquam temporis, sed successive alia ac alia aliam aliamque ejus partis contingens. . . . Dum anticus (pes) est terram attracturus intelligimus ipsum posticum postremo in metatarsum, digitosque innixum, et cum extentum adhuc, rigidumque est, compellere antrorsum truncum corporis, ut possit supra calcem antici revolvi... Efficitur autem hujusmodi compulsio, dum innixus fit non simpliciter deorsum, sed terram simul urgendo retrorsum; quippe nullum non modo gradiens, sed etiam volans, natans, repens antrorsum, quicquam promovetur, nisi illud corpus, cui innititur, retrorsum premat, ac urgeat, ut ab eo prae illa, qua est renitentia, antrorsum quasi rejiciatur. »

Per terminare, Gassendi stabilisce le dieci proposizioni seguenti relativamente al movimento del camminare.

« 1.º Gressum, progressionemve, quae fieri indirectum videtur, motionem esse compositum ex circulorum portionibus, quae super variis centris describuntur.

« 2.º Fuisse ipsam proinde longitudinem pedis necessariam, non modo ad sustentandum, et varie inclinandum corpus, quatenus molis, ponderisque perpendiculum et in calcem, et in ulteriorem plantam potest cadere, sed ad peragendum et-

iam passum prolixorem, addita ad calcem longitudine pedis tota; cum si quis erectos anterius pedes continens, et solis calcibus innitens gradiatur, constet quam sint passus illius breviores.

« 3.° Innixum, qui in gressu fit supra terram esse continuum; quatenus partes ejusdem pedis successive innituntur, neque is inniti totus desinit, quin alter simul incipiat inniti: ac pari de causa translationem per aerem esse etiam continuam; quatenus quo momento unus pes desinit, incipit pes alius transferri.

« 4.° Solum pedem, qui innititur, innixum sibi truncum, promovere; quippe ipse est solus, qui illum sustentat, ac defert; cum pes, qui transfertur, sustentatur potius, deferaturque ab ipso trunco.

« 5.° Promotionem trunci esse continentem; quatenus quo momento id crus, cui innititur, et a quo defertur, desinit inniti, transferrique incipit, excipit ipsum crus aliud, cui jam innitenti innitatur, et absque deferri nulla mora interposita pergat.

« 6.° Esse quidem promotionem hanc trunci aliquatenus undulosam; at cum Aristoteles eam solum agnoscit, quae sursum, deorsumque fit, causamque esse putat, quod necesse sit truncum ad passus singulos non nihil attolli ac demitti, illud cum crus, cui innititur, est rectum, hoc cum crure utroque distento stat inter utrumque; esse tamen praeterea undulationem aliam, quae laterorsum fiat quatenus truncus nunc ad dextram, nunc ad sinistram non nihil exporrigitur (id nempe, ut pondus ejus pedis, qui attollitur, supra innitentem reclinet), et hanc esse causam videri illius, quae sursum deorsumque fit; non id vero, quid Aristotele sumit; nam verum est quidem truncum fore demissiorem si pes uterque in calcem, plantamve totam steterit; at quoniam inter incedendum, quantum crus a perpendiculo calcis prorsum flectitur, tantum ipsa calx; et cum calce crus, atque adeo truncus ob innixum factum in partem plantae succedentem anterioremque attollitur, heine fit, ut truncus ex hac causa non reddatur depressior, sed semper potius remaneat in eadem altitudine; quare et quod nonnihil deprimatur, ex eo solum esse videtur, quod a medio ductu in dextram aut laevam flectatur, non nihil reclinetur. Id vero non obscure deprehendes, si extenta deorsum manu parietem, scamnum, aut aliud praeterraseris; ejus silicet depressionem, elationemque fieri cum deflexione et reflectione trunci.

« 7.° Pedem; qui transfertur, duplo velocius moveri, quam truncum.

« 8.° Brachia ad corporis nutum libere moveri, movere quidem antrorsum, at retrorsum nullatenus; seu manum dextram, exempli gratia, antrorsum quidem promoveri; at non tamen ex eo loco, in quem promota fuerit, redire, sed ibi, in medio aere licet, consistere, et quasi inniti, truncumque interea praetergredi, et manum sinistram ulterius promoveri... Posse intelligi id debere necessario contingere ob memoratam motus crurum, brachiorumque decussationem; quia cum dextrum brachium sinistro cum crure moveatur, ut pes terrae admotus nunquam regreditur sed fit quasi centrum, super quo coxa et truncus revolvatur, situmque anticum, ex postico acquirat quousque antrorsum super coxa, ut super centro transferatur, nihil possit in manus secus advenire.

« 9.° Esse necesse, ut si quis data opera retrogredi pedibus velit, eorum innixus a digitis, metatarsove incipiat, et in calcem desinat.

« 10.° Illum, qui per loca ardua, acclivaque incedat, parte pedis anteriore praesertim inniti, et truncum etiam antrorsum non nihil recurvare, ob lapsum in dorsum proclivem, quod calci elatae fulcimentum non sit; cum et femore acutius inflexo, clunium pondus magis extrorsus devergat. Illum autem, qui per loca prona, ad declivia, parte posteriore, seu calce praesertim inniti, et retrorsum quoque nonnihil truncum erigere, ob facilem in prona lapsum, quod pars anterior fulcimento

careat; cum et femore obtusius inflexo cohaerentes ipsi partes antrorsus magis propendeant. »

§ 157. *Borelli* divide, come abbiam fatto noi, il tempo d'un passo in due parti, il tempo cioè, durante il quale l'uomo posa sopra una sola gamba, e quello in cui posa sovr'ambedue le gambe.

Prima di definire le forze che in questi due momenti agiscono sul corpo, egli indica la situazione di questo in un istante determinato, in quello cioè che confina coi due momenti da lui ammessi; le due gambe circoscrivono allora col suolo un triangolo rettangolo. Risulta dalle nostre esperienze che tal asserzione in appoggio della quale Borelli non ne cita alcuna, sia esatta.

Borelli definisce pure le forze che agiscono sul corpo durante il tempo ch' esso posa sopra le due gambe. Dietro la loro direzione egli afferma, essere quelle forze tendenti ad allontanare la testa del femore (o il centro di gravità ch'ei colloca alla medesima altezza del collo) dal piede in linea retta, appunto come quella d'un remo con cui un battelliere spinge contro la riva. Sotto il rapporto della loro estensione, ei le divide in due porzioni, la forza che ritorna a ciascuna gamba riguardata come sostegno stabile per portare il peso del corpo, ed una forza d'estensione particolare ch'egli attribuisce alla gamba posteriore e che spinge il corpo innanzi. (Quest'ultima forza suppone un allungamento della gamba, e così trovasi in contraddizione con ciò che l'autore affermò della gamba come sostegno stabile, giacchè non può trattarsi che della forza con cui le gambe tendono ad allungarsi, e non di altra forza proveniente dalla rigidezza e dalla durezza di queste.) A tale riguardo Borelli s'allontana dalla nostra determinazione delle forze necessarie pel cammino, poichè noi abbiamo cercato di dimostrare che nel momento nel quale il corpo posa sulle due gambe, esso non è minimamente accelerato dalla forza d'estensione di queste ultime, e che invece se, durante questo tempo, non si abbassa e non s'avvicina al suolo, dev'essere ritardato nel suo movimento dalla forza estensiva della gamba anteriore (§ 127).

Riguardo alla determinazione delle forze nel secondo tempo, allorchè il corpo posa sopra una sola gamba, Borelli non sembra di essersene occupato, giacchè nulla dice intorno ad esse. Ma, come noi abbiam cercato di dimostrare, queste forze che dietro la natura stessa delle cose posson essere indicate con molta precisione, esercitano la massima influenza sulla progressione del corpo, e ciò che distingue la nostra dalla sua teoria si è ch' egli cerca la causa della progressione nel momento in cui il corpo posa sulle due gambe, mentre noi la cerchiamo in quello in cui non posa che sopra una sola.

Per ciò che concerne i principii della sua teoria Borelli è partito da una idea giusta sulla situazione del corpo in un momento determinato del cammino; egli indicò benissimo anche il modo con cui agiscono le forze muscolari; ma ammise un dispendio inutile di forza muscolare pel tempo che si rimane sulle due gambe, ciocchè gli fe' perdere di vista le forze essenziali o necessarie che agiscono mentre si sta sopra una sola gamba. Si scorge da ciò non essere i suoi principii di tal natura che se ne possa dedurne una legge precisa relativamente alla dipendenza in cui la velocità di tutto il corpo, il numero e la lunghezza dei passi dipendono l'uno dall'altra. Borelli non espresse neppure congetturalmente questa legge, dimodochè l'opera sua non conduce ad alcun risultato determinato quanto alla teoria del camminare.

Le citazioni seguenti (1) giustificheranno il giudizio da noi dato.

(1) *De motu animalium*, Leida, 1793, in-4, P. I, cap. 19, p. 159.

« Eatenus differt saltus a gressu; quod in saltu tota machina corporis humani suspenditur e terra, duobus pedibus eodem tempore elevatis et ad instar projecti, sursum et anterius machina universa impellitur; at in gressu semper corpus humanum solo innitur, alternis tamen pedibus, in qua alterna innixione videtur, quod medietas tantum ponderis humani corporis per vices suspenditur et transportatur.

» . . . . . Consideremus modo motum incessus hominis; et noto quod machina R (fig. 41) promoveri versus K non potest, nisi triangulum isoscelium ABC transformetur iu rectangulum et ambligonium, ita ut angulus ABC fiat primo rectus, et postea obtusus, hoc autem praestari non potest, nisi longitudo lateris C augeatur, et latus AB decurtetur. At talis operatio facile fit, dirigendo plantam pedis C, efficiendo angulum calcanei obtusum; sic enim apex pedis tanget pavimentum, et contus AC elongabitur; simul flexo parumper genu, et angulo calcanei B, decurtabitur longitudo conti AB; ex quo fit ut machina R promoveatur, quousque linea propensionis AD concidat cum AB, scilicet quousque linea innixionis AB fiat perpendicularis ad horizontem. . . . Quando vero machina erecta est in situ RAB, perpendiculari ad horizontem, universum pondus sustinetur a duritie ossea columnae AB: et tunc contus AC inutilis est, et machinam R non fulcit; et ideo facile suspendi, et elevari pes C a terra potest absque periculo ruinae hominis.

» . . . . Non incederet homo, si solummodo alternatim pedes a terra suspenderat, et eisdem locis reponeret, e quibus sublevati fuerant; sed oportet, ut loca commutat in plano horizontis, promovendo anterius molem integram humani corporis. Inquirendum igitur est, quibus organis, et quibus operationibus hoc fiat.

» . . . . In statione enim certum est, quod pedes pavimento innixi constituunt triangulum isoscelium ABC, et deinceps eodem tempore plures motus circulares inchoat et efficit natura, ex quibus resultat motus progressivus. Circa centrum B anterioris pedis revolvitur columna, seu vectis cruris BA in plano perpendiculari ad horizontem, eodemque tempore machina totius corporis R anterius versus K promovetur. Talis autem promotio fit hac ratione: extenso enim pede LC, tractis muscolis soleis efficitur angulus ALC obtusus, et quia apex pedis pavimentum tangit in C, longitudo totius cruris et coxae elongatur additione longitudinis pedis CL, et sic triangulum illud isoscelium transformatur, efficiturque primo rectangulum, quando scilicet crus AB perpendiculariter insistit ad horizontem. In tota hac actione noto, quod integra machina R a duobus pedibus fulcitur, et ideo facile tantillum inclinari potest, ut crus AB perpendiculariter plano subjecto insistat. Praeterea ab ipsamet pedis extensione, et cruris AC elongatione impellitur pavimentum a pedis apice C, et ideo motu reflexo machina R anterius versus K promovetur: non secus ac navicula, a nautis conto impulsa, ripa ab ea recedit. Talis porro impulsio mire facilitatur a capitis et supremi ventris exili incurvatione anterius versus K, unde centrum gravitatis universi corporis: et ideo linea propensionis, ultra pedes BO confinium incidendo, proclivis fit ad ruinam, et ideo sponte sua anterius machina gravis R transfertur, et tunc ruina illa subito reparatur, elevato scilicet pede LC, et cito anterius translato in K, ultra confinium lineae propensionis, et sic denuo statio firma renovatur: et hoc artificioso modo in motu progressivo promovetur machina corporis humani.

» . . . . Dum homo incedit, semper machina ejus gravis solo stabili innititur fulciturque a duritie columnarum ossearum pedum, quae innixio fit exiguo labore musculorum, et minima molestia facultatis sensitivae ob compressionem tendinum, et distractionem membranarum. Praeterea, dum innititur super duos pedes, fit motus promotionis centri gravitatis ejus, quatenus uno conto cruris postici elongati per extensionem pedis, impulso pavimento retrorsum, erigitur machina universa

perpendiculariter super antieum alterum pedem firmum, et parum anterius impellitur, et sic motu transversali promovetur. Postea subito pes posticus elongatus a terra suspenditur, flexis tribus articulis coxendicis, genu et pedis extremi a propriis musculis, qui minus quarta parte ponderis humani corporis suspendunt, et ab impetu concepto a praecedenti impulso, et a flexione capitis et pectoris ultra situm pedis firmi solo figitur. Quo facto, secunda statio celebratur, et postea eodem periodo pes posticus operando gressum continuat. »

Nel capitolo sulla corsa e sul salto Borelli dice:

« Videmus, quod, dum homines stant directe extensis articulis pedum, ad instar columnarum, licet velint et adhibeant quemcumque grandem conatum, saltare non possunt; verum e contra, flexis et valde incurvatis articulis, postea grandi impetu tractis et decurtatis musculis extensoribus, saltus subsequitur. Bruta et insecta aliqua, quae omnium pedum, aut saltem postremorum articulos semper inflexos retinent, possunt ad libitum saltare, et nihilominus quando vehementiorem saltum aggrediuntur, tunc plus solito eos incurvant. Et reptilia, quae pedibus carent, non saltant, nisi spinam hinc inde inflectant.

» Si virga directa et rigida, vel arcus FEC (fig. 42) innitatur pavimento firmo RS in C, et comprimatur a potentia manus, vel ponderis M, quousque violenter inflectatur, acquirendo curvam configurationem ABC, et postea citissime potentia M removeatur, tunc videmus, quod virga nedum pristinam directionem acquirit, sed praeterea veloci saltu a terra elevatur. Causa hujus effectus est, quia centrum gravitatis E ipsius virgae a compressione deprimitur usque ad D, et, quando postea potentia M removetur, subito vis arcus nititur se dilatare, et ideo vim facit, ut aeque extendat in directum duo brachia BA et BC, scilicet, ut tantumdem deprimat terminum arcus C, quantum elevari debet terminus A. At quia durities pavimenti RS impedit descensum termini C, igitur necesse est, ut motu reflexo pariterque motu directo, centrum gravitatis D cum integro arcu sursum impellatur usque ad E; cumque talis motus per lineam DE fieri non possit absque eo, quod impetus imprimatur a vi expansiva arcus; est talis impetus semel impressus ex sui natura perseverans et indebilis, ut demonstravimus. Igitur, postquam virga directionem extensam acquisivit, impetus ille vigens otiosus esse non poterit; et ideo ulterius promovebit arcum, ejusque centrum gravitatis per eandem directionem DE supra terminum E et proinde ad instar projecti recedat virga FC a pavimento, at elevabitur, facto saltu, quousque vis gravitatis ejus continenter crescendo aequalis reddatur gradui impetus projectitii; tunc, facto aequilibrio, ascensus terminabitur, et deinceps casus subsequetur.

« Sit arcus ABC (fig. 43) flexus, circa nodum B erectus, et terrae innixus in C, ejusque centrum gravitatis sit D, et velocissime distrahatur a contractione externi funis GQH. Dico, quod a terra resiliat; saltum efficiendo. Quia, ut dictum est, in actu contractionis funis dilatatur arcus, impellendo brachia sursum et deorsum, sicuti in fig. 42, ob solis RS resistentiam, centrum gravitatis D reflexo motu sursum impellitur a D ad E, et talis motus continuus sine impetu impresso fieri non potest, estque talis impetus perseverans, nec extinguitur, dum velocitas perseverans motum continuum potius auget. Ergo complexa expansione arcus, impetus impressus otiosus esse non potest; est ideo ulterius arcum, ejusque centrum gravitatis transportabit a E ad F; et talis motus absque saltu fieri non potest.

» Sit machina humani corporis ABE (fig. 44) stans in situ erecto, ut nimirum ossa cruris femoris et spinae rectam lineam ad instar columnae constituant, perpendiculariter insistentem super planum horizontis RS; tunc centrum gravitatis

communis G distabit a pavimento, toto intervallo aequali ossibus cruris et femoris. Postea in fig. 45 flexis articulis BCD, ut constituant angulos adeo acutos, ut distantia GE centri gravitatis a pavimento aequalis fere fiat longitudini solius cruris scilicet medietas sit prioris distantiae extensae centri in homine stante. In hac positura si validissime et velocissime simul tempore contrahantur muscoli glutaei, vasti et solei, necessario tres arcus inflexi ABC, BCD, CDE maxime impetu extenduntur; et ob pavimenti resistentiam necesse est, ut centrum gravitatis G impellatur sursum usque ad F; et quia talis motus sine impetu impresso fieri non potest, igitur talis impetus acquisitus, ex sui natura perseverans, non poterit esse otiosus; et proinde necessario removebit molem corporis humani a contactu pavimenti, idque facto saltu, sursum per aliquod spatium impellet, quousque impetus gravitatis sensim auctus aequetur impetui illi projectitio saltus.

» Putabit forse quispiam, quod huic theoriae repugnet experientia, quando flexis iisdem tribus articulis motu continuo homo surgit erigiturque, dilatando angulos articulorum, quod fieri non potest absque motu sursum centri gravitatis; et tamen a tali impetu, quo sursum impellitur, non subsequitur saltus.

» Pro resolutione difficultatis memorandum est, quod in motu tardo, vel interrupto ob frequentissimas morulas, licet fiant saltus brevissimi, hi tamen occultantur, quia immediate subsequentes casus, a gravitate pendentes, subito reducunt deorsum corpus hominis: et sic sensus non distinguit minimos illos saltus. Qui pariter occultantur ob distractionem partium mollium, ut culcitra, sursum tracta et impulsa, non separatur a terrae contactu, quando motus sursum non superat distractionem ejus. Igitur, ut fiant saltus evidentes, oportet, ut dilatatio articulorum sit grandis, et celeri motu facta, ut vim percussivam excedere possit, et tunc necessario saltus subsequitur.

» Ex supradictis patet, quod in homine exercentur tres arcus, non quidem a materiali duritie et tensione articulorum, ut in ligneis et chalybeis virgis contigit, sed a vi voluntaria musculorum extensoriorum.

» Praeterea mirabilis est structura et dispositio praedictorum trium arcuum alterne dispositorum. Primo, ut triplicato spatio impellatur centrum gravitatis, et sic validius imprimatur in corpus animalis impetus projectitius, ut altius id ipsum adscendat, quia gradus velocitatis continenter impressi toto tempore, quo articuli explicantur, perseverantes componant impetum magis intensum, ut dictum sit. Secundo, ut impulsus fiet per rectam linem, sive perpendicularem, sive inclinatam ad horizontem, quia motus artuum fiunt circa nodos omnium articulorum. Ergo oportet, ut aliqua centra eorumdem diversis velocitatibus moveantur, ut omnes motus circulares componant iter rectilineum. Tertio alterna dispositio trium articulorum juvat ad extinctionem impetus in descensu, ne pedes forti ictu pavimento illidantur et luxantur; sensim enim cedendo, impetum casus et praecipitii extingui nt. »

§ 158. *A. Haller*, ne'suoi Elementi di fisiologia, non si applicò ad uno studio profondo dei movimenti locali dell'uomo. Riferiremo il poco ch'egli dice sul camminare, onde il lettore potrà giudicare quanto poco si era fino allora occupato del soggetto, giacchè ricerche di qualche importanza non sarebbero certamente sfuggite ad Haller. L'opera stessa di Borelli; benchè racchiudendo alcune esatte osservazioni, pare non essergli sembrata degna di grand'attenzione perchè non conduceva ad alcun risultato positivo. Nella descrizione che dà egli stesso del cammino le principali circostanze sono indicate in modo incompinto od erroneo, e molte asserzioni contraddicono l'esperienza. Haller non dice che nel momento in cui la gamba posteriore abbandona il suolo l'anteriore trovasi

in una situazione verticale; sembra credere piuttosto che in tale momento la gamba anteriore sia obbliqua, e la posteriore perpendicolare. Gli manca dunque una delle basi della teoria, l esatta determinazione della situazione del corpo al principio di ciascun passo. Ei non possiede maggiormente l'altra base, vale a dire la determinazione esatta e compiuta delle forze che entrano in azione durante il cammino. Ei non dice che il peso agisce sulla gamba sollevata, e la caccia innanzi descrivendo un cerchio, ma crede sia la forza muscolare quella che ad un tempo la solleva e la spinge innanzi. Ei non dice neppure come la contrazione de' muscoli fa avanzare la gamba, senza però ritirare indietro alcun'altra parte del corpo, mentre la sola contrazione d'un muscolo non può operare uno spostamento del centro di gravità. Finalmente, per servirci delle sue espressioni, ei getta innanzi e la gamba sollevata posteriormente e l'intero corpo, senz'indicare la forza necessaria per determinare questo movimento di proiezione. In una parola, Haller trascura lo sfregamento del piede contro il suolo, indispensabile perchè la forza muscolare muova la parte superiore del corpo all'innanzi, mentre l'inferiore rimane immobile.

Ecco d'altronde com'egli s'esprime (1):

« Pone stare. Pes ergo alter immotus relinquitur, qui sit futurum punctum fixum earum virium, quibus alterum pedem oportet transferri. Sit is pes dexter, et per suas vires confirmetur. Tunc sinister pes elevatur ipse quidem per suos extensores tibialem anticum, posticum, peroneum (2), extensores digitorum, pollicis. Deinde tibia modice per extensores suos, quos diximus, levatur et ipsa: denique femur per iliacos et psoas vehementer, ut pes magna ratione brevior fiat, et una genu antrorsum proferatur.

« Id quando nunc ad perpendiculum ei loco imminet, in quem volumus pedem sinistrum demittere, tunc laxatis viribus elevantibus permittitur et rectum fieri, et insistere terrae, tamen ut femur antrorsum inclinatum maneat. Firmatur ita pes sinister, et terram a suis flexoribus curvatus digitis ultimis continet.

« Sequitur, ut gradiamur pede dextro, sive eum pedem trans sinistrum antrorsum promoveamus.

« Calcem ergo pedis dextri retrorsum elevamus, ut solis primo apicibus digitorum terram contingat, deinde etiam iis descrat. Una tibiam modice extendimus, femur vero per iliaco-psoam flectimus, ut pes brevior fiat, et ita totum eum artum inferiorem flexum antrorsum projicimus. Pelvis autem super pedem dextrum firma stabilitatem praebet musculis femur levantibus. Solemus adjuvare eum motum, quando a sola natura edocti, imaginarias decori leges non adfectamus. Totum nempe truncum corporis, super femur pedis dextri immoti firmum, antrorsum inclinamus; tum per relaxationem doterminatam extensorum; tum iliaco-psoae sed firmi lateris actione, et recti abdominis, et demum obliquorum. Ita solent alpicolae suos montes conscendere, corpore antrorsum flexo, neque, uti nos fatigari, qui rectum corporis situm decori quid habere nobis persuaderi sivimus.

» Nunc quidem corpore antrorsum inclinato necessario laberemur, linea per centrum gravidiatis ducta nunc ante pedem fixum ad terram perveniente, et cadimus vere, si offensum pedem dextrum negligimus firmare. Verum sani, et adtenti

(1) *Elemento physiologiae*, t. IV, lib. XI, sez. IV, § III.

(2) I muscoli tibiale anteriore, tibiale posteriore, lungo poronco, e corto peronco, non sono nè estensori nè flessori: si limitano quasi esclusivamente a produrre l'adduzione e l'abduzione del piede. Perciò servono piuttosto a bilanciare il corpo quando non posa più che sopra una gamba, e corre quindi gran rischio di perdere l'equilibrio. (*Vedi* il nostro § 88.)

animo, pedem dextrum nunc, relaxatis musculis elevatoribus; flexoribus contra agentibus, in terram dimittimus, ut linea perpendicularis inter eum pedemque sinistrum cadat. Terram porro, ut prius, flexorum digitorum actione quasi comprehendimus. »

Haller descrive poscia la corsa ed il salto nel modo seguente:

« Non unice celeritate motus a gressu differt, sed etiam modo. Pes, qui elevatur per suralem musculum, et sodales gastrocnemios, ita retrorsum elevatur et adbreviatur, ut primo digitis solis terram contingat, deinde, ne digitis quidem, sed totus retrorsum elevetur, atque planta posteriora respiciat. Hinc animalia tarda sunt, quae toti pedi insistunt, ut homo et ursus: celeriora, quae digitis totis, ut aves, celerrima quae solis digitorum apicibus, ut canes et equi.

» Sic et tibia, per suos flexores sursum ducitur, et genu magis antrorsum prominet, et femur valdius pariter levatur, ut anguli ab ossibus in articulationibus pedis, tibiae, femoris, inter se commissis alterni evidentiores fiant, et extensa eadem majorem arcum circuli describant super ea, quae sibi sunt pro puncto fixo, atque adeo majori spatio corpus promoveatur. Corpus una evidentius, e inevitabili indecoro, antrorsum libratur et una brachia, ut corpus ipso pondere antrorsum adproperet, quae forte inter causas est anhelationis, neque enim bene respiratur, quando corpus antrorsum flexum est.

» Saltus curso ipso tanto vehementior est, quanto cursus gressu. In saltu primo flexiones magnae fiunt. Pedes oblique ad terram flectuntur, tibiae super pedes per tibiales anticos, posticos, peroneos, digitorumque flexores antrorsum dimittuntur, atque terram comprehendunt, quasi foveam impressuri: inque talo angulus evidentior nascitur. Porro genu antrorsum insigniter prominet, et tibia versus femur suas per vires flectitur, et femore super tibias per eosdem flexores subsident, pelvis vero et corpus universum super femora. Tum femora in anteriora producuntur, ut totus homo multo se ipso nunc brevior sit. Paulo post magna vi subito totum corpus extenditur: per soleares pedes retrorsum elevantur, tibiae per extensores antrorsum, femora pariter retrorsum per gluteos; corpus universum retrorsum; et una totum corpus a terra dura et resistente, quam pedibus compressimus, nunc sursum repellitur. »

§ 150. *Barthez* (1) ha ora riprodotte, ora combattute le opinioni de'suoi predecessori, senz'essersi formata egli stesso un'idea chiara de'movimenti dell'uomo e degli animali. Da ciò risultarono nelle sue spiegazioni tal oscurità e confusione che non si può seguirlo passo a passo nella sua teoria, e si deve esaminare le opinioni ch'egli manifesta ciascuna separatamente.

Come Borelli, egli afferma con ragione che la direzione della forza estensiva delle gambe è determinata dalle due estremità del membro. Ma da ciò che ci dice in proposito del salto si può conchiudere non aver egli compresi gli sviluppi nei quali entrò Borelli per dimostrare come questa forza agisce. Egli opina che la deduzione di questo scrittore, la quale però risulta immediatamente dagli elementi della meccanica, si fondi sopra ipotesi arbitrarie e conclusioni inesatte. Per verità Barthez accorda che, quando un muscolo estensore accorcia la gamba, e l'articolazione in tal guisa s'estenda, le due estremità del membro tendono ad allontanarsi l'uno contro l'altro con forze eguali agenti in senso contrario; ma opina che tal movimento non possa produrre un salto quando anche una delle estremità della gamba (la cima del piede) si puntella contro il suolo, perchè il piede è premuto contro il suolo con una forza eguale a quella che solleva il centro di gravità, e

(1) *Nuova meccanica dei movimenti dell'uomo e degli animali.* Carcassona, 1798 in 4. p.i.

perchè, facendosi le due forze equilibrio, il corpo non può allontanarsi dal suolo. Egli dimenticò che la forza, la quale, secondo lui, fissa il piede al suolo, è distrutta dalla resistenza di questo medesimo suolo, e che quindi essa cessa di agire. Più non resta dunque che la porzione della forza di estensione, la quale agisce dal basso all'alto, e quella deve sollevare il corpo quand'è abbastanza potente per vincerne il peso. Ma il corpo continua a muoversi colla velocità da esso acquistata, quand'anche la forza ha già cessata d'agire: esso si solleva dunque sopra il suolo finchè l'azione non interrotta del peso arresta a poco a poco il moto e determina la sua caduta, come dimostrò egregiamente Borelli. A questa esposizione semplice e chiara dell'essenza della forza di estensione, Barthez sostituisce una lunga ed oscura descrizione de'movimenti e delle torsioni delle estremità degli ossi considerati ciascuno a parte, senz'indicare come, propriamente parlando, la forza di estensione muova il centro di gravità. Ei sembra credere, come Haller, che quando il tronco è piegato sulle gambe dai muscoli, quest'azione muscolare basti da sè per dispostare il centro di gravità; ma, come Haller, egli si fonda sulla stabilità del punto d'appoggio, senza pensare che tale stabilità è l'effetto del suolo. Infine, egli indica esattissimamente il principio della situazione iniziale, come avea già fatto Borelli; giacchè egli dice che, nel momento in cui è sollevato il piede posteriore il centro di gravità si trova verticalmente sulla punta del piede della gamba anteriore.

Così, esaminando da presso la lunga opera di Barthez, vediamo ch'ei nulla introdusse di nuovo nella tëoria del camminare, ch'egli prese da Borelli parecchie asserzioni essenziali ed esatte, ma le frammischiò ad altre asserzioni erronee che impediscono di seguire la concatenazione dell'opera sua. Se ne potrà giudicare dall'estratto seguente:

» Nel camminare ordinario, dic'egli, supponendo dapprima i piedi egualmente avanzati, la gamba, la quale fa un passo, è staccata dal suolo, e portata innanzi dai flessori dell'articolazione dell'anca; quest'articolazione è quindi estesa, e la gamba è di nuovo fermata sul suolo. Tuttavia il centro di gravità del corpo, che al principio del trasporto di questa gamba era sostenuto dall'altra, è mosso all'innanzi in guisa che la linea di direzione di questo centro viene a cadere fra i piedi.

» . . . . Supponendo che immediatamente innanzi il camminare, i piedi sieno egualmente avanzati, la gamba, che dev'essere avanzata, è posteriore ed inclinata da dietro all'innanzi relativamente al tronco del corpo; il suo piede si solleva e si muove, allontanando successivamente le sue parti dal suolo, dal tallone fino alla cima delle dita, per una specie di movimento circolare. Questa gamba, che si puntella così col suo piede contro terra è spinta insù ed innanzi, e spinge egualmente il centro di gravità di tutto il corpo. Il trasporto di questo centro è tanto più facile quantochè il corpo è nello stesso tempo un po' corto all'innanzi per la contrazione de'muscoli addominali e per l'inclinazione volontaria della testa e della spina dorsale. Il corpo è così spinto in guisa che tende a recarsi oltre l'appoggio che gli dà la gamba fermata. Ma l'effetto medesimo dell'impulso dell'altra gamba che agisce estendendosi, finisce collo strascinare e staccare dal suolo questa, che allora si reca più innanzi del corpo, per impedirne la caduta. A tal fine, mentre la spina dorsale è raddrizzata e portata indietro da'suoi estensori (1), la gamba che diede l'impulso, tostochè è staccata dal suolo, si spiega quant'è necessario sulla sua

(1) Abbiamo dimostrato, § 91, che durante il cammino e la corsa, il tronco umano conserva sempre un'inclinazione quasi uniforme, che dipende dalla velocità del movimento progressivo.

articolazione coll'anca, e nello stesso tempo l'articolazione del ginocchio vi rimane estesa, e quella del piede vi è piegata. Allorchè il suo piede tocca la terra, non posa dapprincipio che col tallone; ma avviene poscia intorno al calcagno un movimento circolare della parte anteriore di questo piede, la punta del quale s'appoggia finalmente sul suolo.

» . . . Nel camminare ordinario o più naturale: 1.° la gamba, il cui piede si solleva, non è solamente rialzata verso le pelvi, ma gli dà un impulso (1) che aiuta il suo trasporto all'innanzi, dimodochè tale trasporto non è unicamente prodotto dall'azione de' flessori dell'anca e del tallone della gamba di cui è stabile il piede. Lo sforzo del moto progressivo è così diviso fra un maggior numero di muscoli delle due gambe; 2.° la gamba di cui si solleva il piede, per tutto il tempo ch'essa tocca la terra, e spinge il corpo innanzi, divide il sostegno del corpo colla gamba il cui piede è stabile, in guisa che quest'ultima gamba ha tanto meno tempo da portare sola il peso di tutto il corpo.

» . . . . Tale meccanismo del camminare presenta un oggetto essenziale di ricerca: ed è lo spiegare come la gamba posteriore, mentre si puntella contro il terreno, è spinta innanzi, e spinge egualmente il centro di gravità del corpo.

La causa di tale movimento all'innanzi, ch'è impresso alla gamba ed a tutto il corpo, non è nella reazione del terreno, contro il quale questa gamba si puntella. Tuttavia Borelli, e seco tutti gli autori che lo seguirono nella descrizione del camminare, la spiegarono con questa reazione o repulsione immaginaria (2).

» . . . . Io esporrò la vera causa per cui, nel camminare all'innanzi, essendo i piedi inegualmente avanzati, la gamba posteriore, che dev'essere trasportata per la prima, mentre il suo piede si puntella contro il suolo, riceve e trasmette un impulso che porta il corpo insù ed innanzi.

» Tal causa si è che i muscoli estensori del tallone, i quali se il piede fosse tenuto libero ed in aria, aprirebbero l'articolazione del tallone, facendo muovere la punta del piede indietro intorno a quest' articolazione, divengono semplici sollevatori del tallone allorchè la punta del piede si puntella contro il suolo e la gamba è inclinata da dietro all'innanzi. Essi non possono allora agire che facendo girare il tallone intorno al punto di appoggio che fornisce la punta del piede, dimodochè essi sollevano il tallone. Nello stesso tempo essendo la gamba posteriore, presa dal tallone, inclinata da dentro all'innanzi, il tallone che si solleva spinge la tibia innanzi, poicchè determina l'impulso del tronco del corpo all'insù ed all'innanzi. Questo movimento, che fa girare il corpo intorno all'appoggio della gamba ferma, potrebbe finalmente gittarlo a terra; ma non può mai staccarnelo come il corpo se ne stacca nel salto.

» . . . Dopo aver descritti e spiegati i movimenti che eseguisce ciascun piede nel camminare naturale è d'uopo considerare qual sia nella continuazione di questo camminare, l'ordine di successione che hanno fra essi i movimenti dell'uno e dell'altro piede. Nel camminare più naturale, un piede non abbandona la

(1) Questo impulso non avviene, almeno nel cammino naturale. Abbiamo provato che immediatamente prima che la gamba abbandoni il suolo, si fa generalmente cessare l' azione della sua forza estensiva per guisa che il corpo cade un poco.

(2) Passiamo sotto silenzio gli argomenti che allega Barthes contro Borelli, perchè la confusione delle sue idee risulterà dall'esposizione del suo modo di vedere che, se ne convincerà mediante qualche riflessione, si fonda sulle stesso principio di quello che egli immaginava aver rovesciato.

terra, nè comincia ad essere trasportato che quando l'altro piede è attaccato al suolo interamente o per grand'estensione: il piede trasportato si fissa sul suolo, mentre l'altro piede posa ancora sulla punta; finalmente la linea di propensione del centro di gravità, che cade sopra un piede quando comincia il trasporto dell'altro, si trova spinta innanzi allorchè questo trasporto finisce in guisa da cadere fra i sostegni dei due piedi. »

§ 160. *Magendie* spiega il meccanismo mediante il quale l'uomo si reca innanzi, dicendo che per l'estensione della gamba posteriore, la pelvi gira intorno alla testa dell'omero della gamba anteriore, che è fermata, dimodochè la testa del femore della gamba posteriore descrive un arco di cerchio orizzontale da dietro all'innanzi, e così di seguito alternativamente. Questa teoria del meccanismo del cammino è in manifesta contraddizione coll'osservazione. Se essa fosse vera, la progressione del corpo umano si fonderebbe unicamente sulla torsione della pelvi, movimento che si scorge bensì senza dubbio in certi individui, ma che è facile riconoscere, quando si trova, per un difetto che sfigura notabilmente il cammino. Oltrechè questo movimento di torsione della pelvi non è minimamente necessario, e può essere impedito, i passi di un camminare costrutto giusta tale principio sarebbero soverchiamente piccoli, perocchè non farebbero che eguagliare la corda dell'arco di cerchio che il semidiametro (misurato da una testa di femore all'altra) descrive ogni volta ed in conseguenza i maggiori passi possibili sarebbero ancora più corti che non dovrebbe essere la doppia lunghezza di questo semidiametro. Ecco in qual guisa si esprime Magendie (1).

» Supponiamo l'uomo dritto, coi due piedi collocati l'uno presso l'altro, e dovendo camminare sopra un piano orizzontale, e con un passo ordinario per l'estensione e la velocità, egli deve inclinare alcun poco il tronco lateralmente ed all'innanzi, piegare nello stesso tempo la coscia opposta sulla pelvi, e la gamba sulla coscia, per distaccare il piede dal suolo. La flessione della coscia trae dietro il trasporto all'innanzi di tutto il membro inferiore che tosto si appoggia sul suolo. Dapprima posa il tallone, e successivamente tutta la pianta. Mentre tal movimento si effettua, la pelvi comporta un movimento di rotazione orizzontale sulla testa del femore del membro rimasto immobile. Codesta rotazione della pelvi sulla testa del femore ha per risultanto: 1.° di portare all'innanzi la totalità del membro che si distaccò dal suolo; 2.° di portar pure in avanti il lato del corpo corrispondente al membro immobile rimane all'indietro. Sinora non vi fu progressione, è solo modificato la base di sostentamento. Perchè sia compito il passo, fa d'uopo che il membro rimasto all'indietro si ravvicini, si collochi sulla medesima linea, od oltrepassi quello che fu portato all'innanzi. Per ciò, il piede, che trovasi all'indietro, si distacca dal suolo, succcessivamente dal tallone verso la punta, per un moto di rotazione, il cui centro è nell'articolazione delle ossa del metatarso colle falangi dimodochè alla fine di quel moto il piede non tocca più il suolo se non mediante queste ultime. Da cotal modo del piede risulta un allungamento del membro, il cui effetto è di portare il lato corrispondente del tronco all'innanzi, e di determinare la rotazione della pelvi sulla testa del femore del membro primitivamente portato all'innanzi. Una volta prodotto quel movimento, il membro si piega: il ginocchio è diretto all'innanzi, il piede distaccato dal suolo; poscia la totalità del membro eseguisce gli stessi movimenti effettuati precedentemente da quello del lato opposto. Mediante la suc-

(1) *Compendio element. di fisiologia*, 4. ediz., Parigi, 1836, t. I, p. 390.

cessione di codesti movimenti dei membri inferiori e del tronco, si stabilisce il camminare, nel quale le teste dei femori sono a vicenda i punti fissi su cui si volge la pelvi come sopra un perno, descrivendo archi di circoli tanto più estesi quanto sono maggiori i passi. »

§ 161. Possediamo di *P.-M. Gerdy* una memoria sul meccanismo del camminare dell'uomo, la quale comparve dapprima nel § 1829 nel t. XI del *Giornale di fisiologia* di Magendie, e che fu poi ristampata nella Fisiologia medica, didascalica e critica (1). L'autore vi riunì compiutamente tutto ciò che era stato fatto innanzi di lui, e diede una minuta descrizione di tutti i movimenti, sì necessarii che accidentali, che accompagnano il camminare e la corsa: è tale descrizione esatta quanto lo poteva essere limitandosi alla sola osservazione *immediata* dell'uomo che cammina e che corre. Quanto alla spiegazione od alla teoria del meccanismo del camminare e della corsa, poco aggiunse Gerdy a quanto già si sapeva, e, quando se ne occupa, egli si attacca più o meno alla opinione dei suoi predecessori. Motivo per cui non indicheremo qui che una asserzione erronea, quella che il corpo umano abbia d'uopo, nel camminare, come nella stazione, di esser sempre sostenuto verticalmente; imperocchè, lungi che il corpo, quando è slanciato nella direzione orizzontale in forza della estensione della gamba, possa essere sostenuto verticalmente da quest'ultima, deve, all'opposto, la gamba aver tale inclinazione da seguire la direzione della diagonale tra la gravità che agisce perpendicolarmente e la resistenza che agisce orizzontalmente.

Il seguente estratto darà un idea compiuta del lavoro di Gerdy.

« *Movimenti dei membri superiori*. Al primo passo, se l'uomo, ritto, parte dal piede destro, questo si distende, manda il peso del corpo sul membro opposto si distacca dal suolo, e si porta in avanti. Ma non si tosto se ne è rimosso che il piede sinistro, premendo il suolo alla sua volta, manda all'insù, allo innanzi ed a destra, il corpo, che si alza, pende, tende a cadere, ed infatti cadrebbe se il membro non gli dasse un pronto appoggio. Codesto membro, allora disteso all' innanzi ed ingiù, si applica sul suolo al momento stesso in cui la linea di gravità abbandona la base di sostentamento che le offriva il piede opposto. Non si tosto posa esso sul suolo, che il sinistro membro se ne distacca, siccome fece il membro dell'altro lato: esso termina di mandare il peso del corpo su quest'ultimo, e si porta all'innanzi. Però il piede destro preme il suolo alla sua volta, e manda all'innanzi ed a sinistra il corpo, il quale si alza di nuovo sulla punta del piede, tende a cadere, e cadrebbe infallibilmente in quel verso se il membro sinistro pure non si posasse sul suolo al momento stesso in cui la linea di gravità abbondona, portandosi all'innanzi, la base di sostentamento cui trovava nel piede destro, che sta all'indietro. Il camminare continua in tal modo sinchè il volere o la stanchezza vi ponga un termine.

» Ecco dunque cinque ordini di fenomeni diversi cui presentano alternativamente i membri inferiori al momento del camminare: 1.° si distendono e mandano il centro di gravità all'insù, all'innanzi e lateralmente; 2.° si distaccano dal suolo; 3.° si portano all'innanzi; 4.° si applicano sul suolo; 5.° ricevono la maggior parte del peso del corpo al momento stesso in cui si mettono in riposo. Fermiamoci ora a ciascuno di questi fenomeni per giungere, se si può, alla conoscenza del loro meccanismo.

» 1.° Allorquando si distende un membro, egli è in forza della estensione della

(1) Parigi, 1830, p. 445.

coscia sulla pelvi, e della gamba sulla coscia, e della flessione del piede all'ingiù. Allora esso si allunga, e si sforza di respingere la terra su cui posa e la pelvi che sostiene; ma resistendo il suolo a quello sforzo, il movimento va sul corpo, il quale cede e si muove collo stesso meccanismo che la navicella sotto l'impulso del battelliere. Ogniqualvolta i membri si distaccano dal suolo, comunicano al peso del corpo un impulso che lo rimanda sul membro opposto. Il primo membro che si muove, al primo passo, non ne fa meno, benchè l'impulso sia molto più debole che nei passi seguenti. Lo si sarebbe riconosciuto se vi si avesse posto mente, o lo si sarebbe scoperto col raziocinio se vi si avesse riflettuto, essendo evidente che un membro non può portarsi all'innanzi con sicurezza se non dopo essersi sollevato della sua parte di peso del corpo. Ma quel primo impulso è sì leggero che non lo credo capace di mandare il centro di gravità al di là del membro immobile. Gli impulsi dei passi seguenti mi sembrano, all'opposto, abbastanza attivi per produrre quell'effetto, e ne producono anche un altro.

» 2.° I membri abbandonano il suolo separandosene per il piede e ripiegandosi da abbasso insù, nelle loro giunture. Il piede si separa dal suolo piegandosi all'ingiù e se ne distacca successivamente dal tallone verso la punta. Esso si volge allora dall'indietro all'innanzi, sopra un asse che attraversa la testa degli ossi del metatarso, e si piega ad un dipresso ad angolo retto sul dorso delle dita, appoggiato sul suolo. È egli tal movimento che prolunga tanto all'insù la superficie articolare delle ossa del metatarso, che fanno, sotto questo rapporto, un sensibile contrasto cogli ossi del metatarso?

» 3.° I membri inferiori si portano all'innanzi, mossi dal medesimo impulso che si sono comunicati, e portati dalla flessione della coscia al dinanzi.

» 4.° Essi applicano sul suolo quando la coscia stesa è diretta all'innanzi ed in giù. Appena piegano la gamba, tengono il piede orizzontalmente, o quasi orizzontalmente, e lo appoggiano sul suolo per tutto la sua superficie inferiore, quando tutto in una volta, quando successivamente dal tallone alla punta, eseguisce un movimento inverso.

» 5.° I membri ricevono e sopportano il centro di gravità alquanto differentemente al primo passo e nei passi seguenti. Nel primo passo, il membro che rimane immobile riceve il centro di gravità, da esso pianamente rimandato sul membro che si porta all'innanzi. Tale dolce impulso fa che esso abbia meno tendenza a portarsi oltre i limiti della base del piede immobile, e che sia più tranquillamente sostenuto. Nulladimeno il membro cede, e s'inclina all'innanzi ed a sinistra inflettendosi leggermente in quel verso sul collo del piede. Nei passi seguenti, ciascun membro riceve la maggior parte del corpo al momento stesso in cui si applica al suolo, perchè la linea di gravità, che si porta allora rapidamente allo innanzi, esce nel medesimo istante, od è uscita immediatamente prima, dai limiti della base di sostentamento che le offriva il piede immobile rimasto allo indietro. Insisto su tale coincidenza dell'arrivo del piede anteriore sul suolo al momento stesso in cui la linea di gravità abbandona il piede immobile, perchè risulta da un calcolo ammirabile dell'istinto, e non fu mai accennata.

» Dissi che il piede che si applica sul suolo vi cade aggravato dalla maggior parte del peso del corpo, che riceve immediatamente, e non della sua totalità. È facile l'assicurarsene: si facciano alcuni passi con attenzione, e si noterà che il piede di dietro tocca ancora la terra colla sua punta, e sopporta, per conseguenza, piccola parte del peso del corpo, all'istante in cui il piede opposto cade gravemente sulla terra; ma è breve quel momento: non sì tosto si posa il

piede di davanti, che quello di dietro si distacca, terminando di mandare il peso del corpo sul piede immobile, ed il membro corrispondente, cadendo a quel movimento, di obbliquo all'ingiù ed all'innanzi che esso era, diventa perpendicolare, e, quando tosto manda alla sua volta il centro di gravità all'innanzi, diviene obbliquo all'ingiù ed all'indietro, muovendosi come un raggio sopra un asse che attraverserebbe obbliquamente l'astragalo da un lato all'altro, e sarebbe trascinato dallo stesso impulso che esso avrebbe servito a comunicare al corpo.

» *Movimenti del tronco nel camminare.* Mentre si osservano tali fenomeni nei membri inferiori, altri se ne manifestano nel tronco, che sono gli effetti nei primi, e più ne restano a far conoscere che non ne furono, io credo, descritti; giacchè tre soli mi constano che lo furono, su otto che sono ad esporre. Non farò che accennare o richiamare i tre movimenti del tronco di cui ora feci parola.

» 1.° Il corpo si porta alternativamente a destra ed a sinistra sul membro che si applica e rimane un momento immobile sul suolo. Però, sebbene, a ciascun passo, si porti alternativamente all'innanzi e lateralmente, sotto l'influenza degli impulsi obbliqui dei membri inferiori, esso si avanza, alla fine, direttamente, perchè in generale sono eguali quegl'impulsi. Il calcolo dimostra che la linea retta che segna in esse allora è la diagonale di una serie di parallelogrammi costrutti su quegl'impulsi obbliqui.

» 2.° Il tronco si alza e si abbassa alternativamente: si alza ogni volta che uno dei piedi, sollevandosi esso medesimo sulla sua punta, comunica un nuovo impulso, e si distacca dal suolo; e si abbassa, all'opposto, subito dopo, nel mentre che il membro distaccato si ripiega sopra sè stesso e si solleva.

» 3.° La pelvi si porta all'innanzi, volgendosi orizzontalmente sul femore immobile della gamba che rimane all'indietro, e segue in pari tempo il membro che si dirige all'innanzi per il lato corrispondente a quel membro. Codesto movimento ha il suo principio nell'azione delle fibre anteriori dei muscoli piccolo e medio glutei del lato corrispondente al piede immobile.

« 4.° Il petto, le spalle massime, e particolarmente quando dimeniamo le braccia, girano orizzontalmente intorno ad un asse verticale che sembra passare per la colonna vertebrale, ed, in tale movimento, si portano essi alternativamente all'innanzi, ed inversamente dei lati della pelvi e dei membri inferiori corrispondenti. Così succede abitualmente e simultaneamente un moto di rotazione inverso in ciascuna estremità del tronco, ed il corpo è, per così dire, torto. Quello della pelvi riesce evidentissimo: lo è un po'meno quello del petto e delle spalle; ma lo sarà, oso affermarlo, per tutti gli uomini attenti, almeno nelle spalle, e, per ognuno, nel petto stesso, se lo si osserva, od in certuni in cui è desso assai notabile, o nella corsa, ove diviene ancora più sensibile, e va accompagnato da gran dondolamento delle braccia. La rotazione della coscia deriva specialmente dalla contrazione dei muscoli obbliqui del ventre, che ne sono i principali rotatori.

» 5.° Ciascuno dei lati della pelvi si alza e si abbassa alternativamente, e sempre dal lato corrispondente al piede su cui si scarica e si appoggia il peso del corpo e dove si osserva l'innalzamento. In quella inclinazione, la pelvi si muove a guisa di altalena, dall'alto al basso, sulla testa del femore immobile, ed intorno ad un asse che l'attraverserebbe orizzontalmente dall'innanzi all'indietro.

» 6.° In quel tempo, il corpo si dondola al di sopra della pelvi con un moto d'inclinazione, il quale effettuandosi inversamente di quello della pelvi, inflette la-

teralmente l'asse del tronco sull'asse di codesta cavità. A ciascun passo infatti il corpo s'inclina dal lato della pelvi che s'innalzi, e la spalla corrispondente si abbassa. Cotal movimento, che parte dalle vertebre lombari, si propaga, e diviene sempre più sensibile dal basso all'alto, perchè allora lo si osserva più lungi dalla sua origine ed alla estremità di un braccio di leva o di un raggio più esteso. Quindi è che lo si distingue di leggieri contemplando, per di dietro, la testa o le spalle di uno che cammina. Fanno allora sorpresa le grandi oscillazioni laterali del corpo, e particolarmente quelle delle spalle e della testa. Così, la simultaneità di quei moti d'inclinazione della pelvi e della rachide produce la flessione alternativa del corpo a destra ed a sinistra, e tale fenomeno si ripete a ciascun passo.

» 7.° Finalmente, succedono nel tronco, e particolarmente nelle gronde vertebrali, continui sforzi, sensibili alla mano nell'uomo coperto dei suoi vestiti, sensibili alla vista nell'uomo nudo. Ma essi mi appariscono di due sorte: il primo di codesti sforzi produce un gonfiamento od un manifesto incremento di consistenza nei muscoli vertebrali corrispondenti al lato da cui il piede si distacca dal suolo, si solleva e rimane sospeso; l'altro gonfia, ma molto meno, gli stessi muscoli del lato corrispondente al piede immobile. Cotali sforzi succedono immediatamente l'uno all'altro, e quelli da destra alternano con quei da sinistra, siccome i passi dei nostri membri. Nomino il primo *sforzo di innalzamento*, perchè deriva dalla contrazione dei muscoli sacro-spinali, che fanno sforzo per innalzare o fissar la pelvi, e poscia per distaccare il membro dal suolo e mantenerlo sospeso in aria. Il secondo agisce per moderare l'impulso comunicato al tronco dal piede che trovasi all'indietro, e prevenire la caduta del corpo all'innanzi: lo chiamo *sforzo di stazione*, perchè è il medesimo che, nella stazione, si oppone all'arrovesciamento del tronco all'innanzi, e risulta il principale agente dell'equilibrio nel camminare.

» In forza di tanti movimenti, il tronco si trova in una agitazione continua nel camminare; ma, stante il trasporto alternativo del corpo sopra l'una e l'altra gamba, per le sue inflessioni laterali, ed eziandio per la rotazione delle spalle, esso oscilla lateralmente a ciascun passo.

» *Movimenti dei membri superiori.* Poco ho su ciò da dire. Si sa che succedono per solito inversamente di quelli dei membri inferiori. Codesti movimenti sono analoghi a quelli dei membri anteriori della maggior parte dei mammiferi quadrupedi, e particolarmente del cavallo, nel camminare consueto e naturale. Scompariscono quando camminiamo colle braccia incrocicchiate sul petto, dietro il dorso, o colle mani nelle tasche; in breve, ogniqualvolta le braccia rimangono attaccate al tronco, e perdono la loro libertà; ed allora i movimenti di rotazione della pelvi si propagano fino alle spalle, che si portano all'innanzi, cadauna nello stesso tempo che vi si porta la stessa gamba corrispondente. Il tal caso, non vi ha che un solo moto di rotazione nel tronco, ed il camminare dell'uomo richiama, per così dire, l'andare degli animali noto col nome di *ambio*. Così l'uomo, nel suo camminare, somiglia ai bruti più di quello che ci si pensa. Il dondolamento delle braccia, quando sono libere, dipende dalla rotazione delle spalle e del petto, che ho descritto coi movimenti del tronco, e diffinitivamente dall'azione di parecchi muscoli obbliqui del tronco, ma particolarmente di quelli del ventre, che sono i principali rotatori del corpo. Aggiungerò che talvolta codesti movimenti del braccio sembrano accrescersi in forza dell'azione non riflessa del bicipide brachiale, e forse del gran pettorale e di una porzione del deltoide.»

§ 162. *Poisson* trattò del camminare per dare una idea del travaglio dell'uomo o di un animale che cammina, considerando il peso che porta o tira sopra una via

orizzontale od inclinata. Tale esempio è destinato a dimostrare come il principio delle forze vive si applichi alle macchine messe in movimento. Egli considera come dati la via del centro di gravità e la sua velocità nel mezzo di ciascun passo, ammettendo che quella via sia un arco del circolo descritto dalla gamba posata sul suolo, che nel mezzo dell'arco la gamba sia verticale, che la velocità del corpo non sia più accresciuta dalla forza muscolare nella seconda metà, e che alla fine la velocità ancora sussistente venga distrutta dall'altra gamba che si appoggia sul suolo. Partendo da cotali supposti, ei calcola la quantità di travaglio che esige il camminare, e la trova eguale al prodotto del numero dei passi in virtù del peso del corpo e della somma dell'altezza onde s'innalza il corpo a ciascun passo e di quella a cui un corpo animato della data velocità s'innalzerebbe se quella velocità fosse verticale. Fondandosi tale risultato, giusta le nostre esperienze, su ipotesi erronee, appena si può considerarlo come approssimativo: eppure è tanto facile rettificare il calcolo, sostituendo supposizioni esatte. Infatti, basterà prendere, invece dell'altezza sino a cui, secondo Poisson, il centro di gravità s'innalzerebbe descrivendo il suo quarto di circolo, quella a cui questo medesimo centro si trova elevato subito al momento che la gamba anteriore arriva alla verticale (*vedi* §§ 24, 92), e sostituire alla forza viva cui, giusta Poisson, l'intero corpo acquista nella prima metà del passo, indi perde nella seconda metà, la forza viva che la gamba sollevata acquista nel tempo durante il quale essa oscilla, e perde al momento in cui si posa sul suolo. Allora si ottiene un esatto valore della quantità del travaglio, supponendo che l'aria si muova colla stessa velocità e nel medesimo verso che la persona che cammina. Ecco come si esprime Poisson:

» Quando un uomo trasporta il proprio peso, che appellerò Π, ad un'altezza verticale h al di sopra del suo punto di partenza, la quantità di travaglio prodotta vien espressa da Πh; ma questa quantità darebbe un'idea molto imperfetta degli sforzi muscolari che furono fatti, e della forza totale da quell'uomo sviluppata. Sarebbe difficile ottenerne una misura esatta: si può soltanto far vedere che essa deve superare, spesso di molto, la quantità precedente, che sarebbe nulla se l'altezza h fosse zero, benchè, al certo, vi sia una quantità di travaglio meccanico corrispondente al camminare di un uomo sopra un piano orizzontale.

» In codesto camminare, io suppongo che l'uomo abbia dapprima il sinistro piede all'innanzi del piede destro: il suo centro di gravità è allora abbassato al di sotto della sua posizione naturale, d'una quantità che indicherò con ε. Appoggiandosi sul suo piede sinistro, ed aiutandosi collo stropicciamento di quel piede contro il suolo, l'uomo riporta il suo piede destro a livello del piede sinistro, e va a posarsi sul suolo, il che forma un passo intero, composto di due parti. Ora, nella prima parte, l'uomo solleva il suo centro di gravità dell'altezza ε, e produce così una quantità di travaglio eguale a $\Pi\varepsilon$; egli imprime, nel medesimo istante, a quel punto una velocità orizzontale, cui dinoterò con α, alla fine del primo mezzo passo: il che corrisponde ad un'altra quantità di travaglio equivalente alla semi forza viva $\frac{1}{2}\frac{\Pi a^2}{g}$, indicando con g la gravità. Dovrebbesi anche aggiungere a $\frac{1}{2}\frac{\Pi a^2}{g}$ la parte della mezza somma delle forze vive procedente dalle velocità relative di tutti gli altri punti del corpo ma ne prescinderò in questo valutamento, che non può essere che uno schizzo. Supporrò altresì che il secondo mezzo-passo avvenga in virtù della velocità acquistata alla fine del primo, e del peso del corpo che ricade sul suolo, di modo che, nel secondo mezzo-passo, l'uomo più non eserciti sforzo alcuno, e che

le velocità verticale, da cui il suo centro di gravità si trova ancora animato alla fine dell'intero passo, sieno distrutte dall'urto e dallo stropicciamento del suo destro piede contro il suolo. In siffatta ipotesi, la quantità di travaglio dell'uomo nel passo intero sarà la somma di $\Pi\varepsilon + \frac{1}{2}\frac{\Pi a^2}{g}$, oppure $\Pi\ (\varepsilon + \alpha)$, chiamando α l'altezza dovuta alla velocità a, cosicchè si abbia $a^2 = 2g\alpha$.

Ne risulta che in un numero n di passi eguali e consimili, la quantità di travaglio di un uomo o di un animale, che porti carico e cammini sopra una via orizzontale, avrà per valore $nK\ (\varepsilon + \alpha)$ indicando con K il suo peso Π accresciuto di quello del carico. Se il peso totale fu innalzato verticalmente alla altezza h al di sopra del punto di partenza, converrebbe aggiungere Kh alla quantità $nK\ (\varepsilon + \alpha)$ e se il carico vien trasportato sopra una via ove esso somporti uno stropicciamento che sia rappresentato da una parte F del suo peso, ne risulterà altro incremento eguale a Fl, chiamando l la lunghezza del tragitto.

§ 163. *Ricerche recentissime intorno al salto.*

In ciò che precede, ci siamo limitati a riprodurre i passi relativi ai movimenti locali del corpo umano che suscettibili sono di durata. Non avvertimmo al salto se non quando si trovava frammischiato ai ragguagli aventi relazione al camminare. Rimandiamo chi volesse conoscere le più recenti ricerche intorno al salto ad una memoria di G.-R. Treviranо (1) ed all'opera già citata di Gerdy; quest'ultima inoltre racchiude un cenno storico dei lavori anteriori.

§ 164. *Conclusione.*

Risulta dal cenno storico che ora fu dato delle ricerche intraprese sui movimenti locali dell'uomo, il camminare e la corsa, che, adottando il metodo seguito sinora, non si è giunto e neppure si giungerà mai a formarsi una chiara idea di codesti movimenti. La quantità e la varietà dei movimenti che avvengono nel camminare e nella corsa, quando si avverta a tutte le parti del corpo, sono troppo grandi perchè a prima giunta si possa distinguere quei che sono necessarii da quelli che non accompagnano che accidentalmente il camminare e la corsa, o che anco sono viziosi e dannosi. Per ottenere quell'intento, conviene abbandonare la semplice osservazione e ricorrere alle esperienze, vale a dire non più limitarsi a contemplar l'uomo che cammina o che corre, ma chiamare in sussidio tutti i mezzi che ci somministra la scienza, affine di decomporre i fenomeni complessi, di studiarne ciascuno parte isolatamante, e vedere come si congiungano insieme tutte quelle parti. Fa d'uopo esaminare il volume, la forma ed il modo di unione delle parti prese ciascuno separatamente; è pur di mestieri studiare, del pari ciascuno separatamente, i movimenti che loro possono essere impressi in certe circostanze mediante la sola influenza di forze esterne, come, per esempio, quella della gravità. Infine conviene, per la corsa, persino farsi a misurare il tempo, lo spazio, le masse e le forze. Le stesse esperienze saranno *ripetute* molte volte, affine di procurarsi successivamente le misure che non si possono ottenere tutte ad un tratto; e saranno *variate*, se vuolsi distinguere il costante dal variabile in quei movimenti, e cercare, riguardo a queste ultime circostanze, quale sia la legge della loro dipendenza. Codesto metodo sperimentale, che introdussero i moderni in tanti altri rami delle scienze naturali, e specialmente in altre parti della fisiologia, noi l'abbiamo adottato nella prima sezione del nostro lavoro; esso ci permise di stabilire le nostre considerazioni rispetto al camminare ed alla corsa su più larga e più solida base che non sono quelle dei nostri predecessori.

(1) *Zeitschrift faer Physiologie*, t. IV, p. 81-89.

Seguendo lo stesso metodo, sarebbe possibile, colla perseveranza, di giungere ad una cognizione realmente compiuta e chiara dei movimenti del camminare e della corsa; se la natura stessa delle cose non ritenesse la precisione delle esperienze e delle misure in limiti troppo angusti. Bisognerebbe che quelle esperienze e quelle misure potessero venire ripetute quando spesso si volesse, e sempre col medesimo risultato. Ma siccome, in mezzo alla variabilità continua delle circostanze che avvengono al di fuori ed al di dentro del corpo, non si potrebbe pensare ad una ripetizione perfettamente concorde delle esperienze e misure relative al camminare ed alla corsa, così è impossibile giungere, per la sola via della esperimentazione, alla cognizione delle leggi di codesti movimenti. Però, poichè ci torna assai più facile il provare e il confermare mediante esperienze e misure una legge già stabilita, che non il trovare per la stessa via quella che ci rimane ancora incognita, gli è certo di vantaggio per la teoria che sieno le cose talmente condotte che ne risulti una legge qualunque, e la teoria è qui specialmente indispensabile, per porre ordine nel caos delle osservazioni. Ecco il perchè abbiamo creduto dover anche fermarci alla parte teorica del nostro soggetto, ed i risultati a cui giungemmo sotto tale rapporto ci serviranno di principio ordinatore nella classificazione delle nostre esperienze e delle nostre misure.

Egli è già un gran vantaggio quando, mediante una teoria così stabilita, si giunge, non fosse pure che in modo generale, a dati analoghi a quelli che ci sono forniti dalla osservazione. Quante teorie non vi sono che non poterono esser portate più oltre, e che pure rendono eminenti servigi! Citeremo soltanto quella della resistenza che l'aria e l'acqua oppongono a tutti i corpi che vi si muovono. Ora la nostra teoria ha precisamente tal genere di utilità. Essa conduce a delle proposizioni fra la lunghezza delle gambe e la durata dei passi che hanno analogia con quelle che si osservano in natura, e ciò qualunque sia la statura degli uomini su cui si opera. Essa dimostra, infatti, che codeste due quantità devono crescere e diminuire simultaneamente, che la lunghezza della gamba deve, in parità di cose d'altronde, essere proporzionale al quadrato della durata dei passi. Se vogliamo applicare questa stessa legge allo studio degli animali, ne troveremmo assai più ampie conferme, come già si vede con verisimiglianza risultare dalla comparazione, anche superficiale tra la lunghezza delle zampe della mosca, del sorcio, del cane, del cavallo e d'altri, colla rapidità dei loro passi. Qui si colloca egualmente il fatto che quando si porta un carico, si fanno passi più piccoli e più lenti che non allorchè si cammina libero. La teoria del camminare, concorda colla esperienza, ci dimostrò che colla poca resistenza che ci oppone l'aria in quiete, sarebbe troppa la forza di estensione, che quindi non dobbiamo far agire codesta forza per certo tempo della durata del passo. Ne è la conseguenza che il corpo allora cade, e che deve dunque essere rialzato al principio del passo seguente, allorchè la gamba anteriore arriva alla verticale al di sotto di esso. La teoria ancora ci addita che quella mancanza di accordo tra la forza di estensione e la resistenza che s'incontra nel camminare, diminuisce quando cresce la resistenza dell'aria (per vento contrario), e che, in conseguenza, devono allora divenir più piccole le oscillazioni verticali. Ne risulta altresì che quando varia la resistenza esterna, le oscillazioni verticali del nostro proprio corpo nel camminare e nella corsa ci forniscono il mezzo di porci ogni volta in armonia con essa, senza arrecare essenziale cangiamento nel nostro camminare, il che realmente si osserva in tutti i pratici camminatori. Ma ciò che specialmente merita di essere qui preso in considerazione, è il rapporto sì complesso tra l'altezza a cui viene portato il corpo al di sopra del suolo, la velocità del camminare, la lunghezza del passo e la sua durata, dati da cui la proporzionalità inversa per le due ultime sole

aveva già attirata grandemente la nostra attenzione, giacchè sono i passi tanto più grandi nel camminare, quanto meno a lungo essi durano, e quindi si succedono più rapidamente. A tutti codesti rapporti, che determina la teoria, molti altri ancora ne potremmo aggiungere, se di troppi ragguagli non facesse mestieri per farne risaltare il fondamento teorico; ci contenteremo dunque di quelli citati.

Tra le circostanze in cui rende sì fatti servigi la teoria e tanto contribuisce a dilucidare i risultati complessi della osservazione, ciò che a noi sembra di maggiore importanza, e che più merita di essere preso in considerazione, si è che eziandio i valori ottenuti in tempo ed in ispazio, od i risultati espressi dalla teoria, si accordano approssimativamente cogli stessi valori somministrati dalla misurazione immediata, il che non è di molte altre teorie, neppure quando sono in sostanza esatte e che quindi rappresentano esattamente certi rapporti (per esempio la teoria della propagazione del suono nell'aria, fondata unicamente sulla legge di Mariotte). Se fosse assoluta la concordanza, la teoria e le misure dovrebbero esser considerate come compiute e perfette. Ma sapendo che le nostre misure sono ancora molto imperfette, e che per la stessa misura delle circostanze lo rimarranno probabilmente sempre, non possiamo sperare un accordo numerico perfetto fra i risultati della teoria e della esperienza in tal caso e dobbiamo necessariamente contentarci di un'armonia approssimativa tra loro. È interessante di far risultare codeste determinazioni assolute della teoria, rispetto al tempo ed allo spazio, costruendo la situazione delle membra ad ogni istante del camminare e della corsa, secondo che richiede la legge, e delineandola in conformità. Abbiamo un mezzo di convincerci che tale costruzione tanto si accorda colla esperienza quanto lo permette l'incompiuta misura del corpo su cui uno si deve appoggiare. Cotale mezzo consiste nel riunire certo numero di figure così eseguite e rappresentanti l'uomo nelle situazioni che si succedono nella durata di due passi, ponendole in cerchio sulla faccia interna di un cilindro divisa in tanti eguali scompartimenti, più uno, quante figure vi sono riservando uno scompartimento per cadauna, ed a tutte assegnando differenti posti nei loro scompartimenti, di modo che una figura sembri più avanzata nel suo di quello sia la precedente, e che quella del mezzo sembri trovarsi ad una lunghezza di passo innanzi alla prima. La grandezza degli scompartimenti deve essere eguale alla lunghezza di un passo doppio. Se allora si fa volgere il cilindro sopra sè stesso con celerità uniforme, nel tempo di un passo doppio, e si osservino le figure attraverso aperture praticate nella parete del cilindro, di contro ad esse, e su punti corrispondenti di tutti gli scompartimenti, le figure sembrano camminare o correre, ed i loro movimenti hanno una somiglianza sorprendente con quelli di un uomo che cammina o corre di fatto. Dunque se non si avesse mai veduto camminare o correre un uomo, e non si conoscessero che le proporzioni delle sue membra, si potrebbe, col soccorso della sola teoria, farsi un'idea di quei movimenti che si accorderebbe benissimo colla realtà, e predire ciò che avviene nel loro effettuarsi.

FINE DEL VOLUME, OSTEOLOGIA, SINDESMOLOGIA E MECCANICA DELLA LOCOMOZIONE.

TAVOLA DE' CAPITOLI

Dedica . . . . pag. 3
Prefazione. 7

LIBRO PRIMO

OSTEOLOGIA.

PARTE PRIMA. — *Delle ossa in generale.* 11

Accrescimento e cangiamento di forma delle ossa 16
Unione ed articolazione delle ossa. 20
Sfondi e sporgimenti delle ossa 22
Differenze dello scheletro secondo le età. ivi
Differenze dello scheletro secondo il sesso. 23
Differenze dello scheletro secondo gl'individui. 26
Differenze delle ossa secondo le abitudini, il genere di vita ed i vestiti. ivi

PARTE SECONDA. — *Delle ossa in particolare.* 28

Capitolo I. Delle ossa della testa. ivi
Articolo I. Delle ossa del cranio. ivi
Osso frontale ivi
Ossi parietali 31
Osso sfeno-occipitale 32
A. Osso occipitale. 33
B. Osso sfenoide 35
Ossi temporali 39
Osso etmoide 43
Articolo II. Delle ossa della faccia. 46
Ossi mascellari superiori. ivi
Ossi palatini 50
Ossi malari. 52
Ossi proprii del naso 53
Ossi unguis. 54
Cornetti inferiori. 55
Vomero 56
Osso mascellare inferiore. 57
Denti. 59
Articolo III. Della testa ossea in generale. 65

Suture del cranio 65
Cavità del cranio 69
Cassa cranica 70
Orbite 71
Fosse nasali 72
Volta palatina e cavità orale 73
Fosse temporali ivi
Regioni del cranio ivi
Proporzioni relative del cranio 74
Capitolo II. Delle vertebre 75
Articolo I. Delle vertebre cervicali ivi
Articolo II. Delle vertebre dorsali 79
Articolo III. Delle vertebre lombari 81
Articolo IV. Del sacro 82
Articolo V. Degli ossi coccigei 84
Articolo VI. Della colonna vertebrale 85
Capitolo III. Delle ossa del petto 88
Articolo I. Delle coste ivi
Articolo II. Dello sterno 93
Articolo III. Della cassa toracica 94
Capitolo IV. Delle ossa dei membri superiori 98
Articolo I. Della clavicola ivi
Articolo II. Della scapola 99
Articolo III. Dell'omero 101
Articolo IV. del cubito 102
Articolo V. Del radio 104
Articolo VI. Delle ossa della mano 105
I. Carpo ivi
Scafoide ivi
Semilonare 106
Piramidale ivi
Pisiforme 107
Trapezio ivi
Trapezoide ivi
Grande osso 108
Osso uncinato od unciforme ivi
II. Metacarpo 109
Osso metacarpico del pollice ivi
— dell'indice 110
— del dito medio ivi
— Del dito anulare ivi
— del dito mignolo 111
III. Falangi ivi
Prime falangi delle dita ivi
Seconde falangi delle dita 112
Terze falangi delle dita ivi
IV. Ossi sesamoidi delle dita 113
Articolo VII: Delle articolazioni delle ossa del membro superiore . ivi
Capitolo V. Delle ossa dei membri inferiori 117
Articolo I. Delle ossa innominate ivi

Articolo II. Del femore. 120
Articolo III. Della tibia. 122
Articolo IV. Della rotella 124
Articolo V. Del peroneo. 125
Articolo VI. Delle ossa del piede. 126
I. Ossi del tarso ivi
Astragalo. ivi
Calcagno. 127
Scafoide. 128
Cuneiformi. ivi
Grande cuneiforme. 129
Medio cuneiforme ivi
Piccolo cuneiforme. ivi
Cuboide 130
II, Ossa del metatarso ivi
III. Falangi delle dita del piede. 132
IV. Ossi sesamoidi delle dita del piede. 134
Articolo VII. Articolazioni delle ossa del membro inferiore. . . 135
Articolo VIII. Comparazione fra gli ossi dei membri inferiori e quelli dei membri superiori. 138

LIBRO SECONDO

SINDESMOLOGIA.

Capitolo I. Legamenti della mascella inferiore 140
Capitolo II. Legamenti che attaccano la testa alla rachide. . . . 142
Capitolo III. Legamenti della colonna vertebrale 143
Capitolo IV. Legamenti delle coste e dello sterno. 149
Capitolo V. Legamenti dei membri superiori. 151
Capitolo VI. Legamenti della pelvi. 159
Capitolo VII. Legamenti dei membri inferiori. 164

LIBRO TERZO

MECCANICA DELLA LOCOMOZIONE NELL'UOMO.

Introduzione 173

PARTE PRIMA. — *Considerazioni generali sul camminare e sulla corsa.* 178

Capitolo I. Disposizioni del corpo umano che si riferiscono al camminare ed al correre. ivi
Capitolo II. Del camminare. 184
Articolo I. Movimenti che una gamba eseguisce in due passi successivi . ivi
Articolo II. Movimenti della gamba destra e della gamba sinistra che si effettuano simultaneamente durante il passo 188
Articolo III. Forze che agiscono sul tronco durante il cammino. . . 189
Capitolo III. Della corsa. 195
Articolo I. Considerazioni generali sulla corsa ivi

Articolo II. Della corsa propriamente detta. 198
Articolo III. Del trottare. . . . . . , . . 200

PARTE SECONDA — *Ricerche anatomiche sugli organi della locomozione.* 206

Capitolo I. Prospetto generale della situazione reciproca e del modo di unione di tutte le parti dello scheletro. ivi
Capitolo II. Inclinazione della pelvi 225
Capitolo III. Dell'articolazione coscio-femorale 229
Capitolo IV. Dell'articolazione del ginocchio. 242
Capitolo V. Dell'articolazione del piede. 260
Capitolo VI. Dei muscoli degli organi locomotori. 265

PARTE TERZA. — *Considerazioni fisiologiche intorno al camminare ed al correre.* 270

Capitolo I. Esperienza e misure relative al camminare ed alla corsa. . ivi
Articolo I. Del camminare 275
Articolo II. Della corsa. 298
Articolo III. Del trottare 309
Capitolo II. Saggio di una teorica del camminare e della corsa. . . 309
Articolo I. Teoria del camminare 313
Articolo II. Teoria della corsa. . . , ... 339
Articolo III. Teoria del trottare. . , . , . . . 35

PARTE QUARTA. — *Sunto storico delle ricerche intorno al camminare ed alla corsa.* . . . . . , ... 36

FINE DELLA TAVOLA DEI CAPITOLI.